

Raphael Souza Ribeiro

**Caracterização morfodinâmica de praias do Estado de Santa
Catarina com vistas à avaliação de perigo ao banhista**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Geografia,
Universidade Federal de Santa
Catarina – UFSC como requisito para
obtenção do grau de Mestre em
Geografia. Área de Concentração:
Utilização e Conservação de Recursos
Naturais

Orientador: Prof. Dr. Jarbas Bonetti
Co-Orientador: Prof. Dr Antonio
Henrique da Fontoura Klein

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ribeiro, Raphael Souza

Caracterização morfodinâmica de praias do Estado de Santa Catarina com vistas à avaliação de perigo ao banhista / Raphael Souza Ribeiro ; orientador, Jarbas Bonetti ; coorientador, Antonio Henrique da Fontoura Klein. - Florianópolis, SC, 2014.

126 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Inclui referências

1. Geografia. 2. Segurança de praias. 3. Estágio morfodinâmico. 4. Altura de quebra de onda. I. Bonetti, Jarbas. II. Klein, Antonio Henrique da Fontoura. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. IV. Título.

AGRADECIMENTOS

Durante o processo de construção deste trabalho contei com a ajuda de muitas pessoas que contribuíram para a sua realização.

Agradeço a minha família, minha mãe Terezinha, meus irmãos Jú, Tuka e Beto pelo apoio sempre.

Ao meu orientador Prof. Jarbas Bonetti, por aceitar meu pedido de orientação e pela a liberdade e confiança referente ao presente trabalho, além compreensão em momentos difíceis.

Prof. Klein, meu coorientador, pela grande ajuda no trabalho, pelas oportunidades que me proporcionou e pela paciência.

Ao Prof. Andrew Short pela colaboração e ensinamentos.

A todos do Laboratório de Oceanografia Costeira, Prof. Carla, Alexandre, Artur, Charline, Michel, Rafael, Diego, Maiara, Zé, Mirela e Eduardo. Foi muito bom trabalhar com vocês, todos sempre dispostos a ajudar.

A Paula pela imensa ajuda parceria e dedicação a todo o momento.

A todos os professores e alunos do departamento de Geografia da UFSC que de uma forma ou de outra contribuíram para a minha pesquisa.

RESUMO

Este trabalho apresentou a estruturação de uma base de dados das praias de Santa Catarina e fez a análise do grau de perigo ao banhista em 14 praias do Estado. Para isso foi utilizada a metodologia aplicada nos planos de segurança nas praias australianas. O método consiste em calcular o grau de perigo com base no estágio morfodinâmico e na altura de quebra de onda na praia. O desenvolvimento do trabalho foi realizado em três fases principais: 1) primeiro foram selecionadas as praias do litoral catarinense a serem analisadas, a seguir, 2) as praias selecionadas foram classificadas com relação ao estágio morfodinâmico de acordo com Escola Australiana de Geomorfologia e, por fim, 3) foi realizada a avaliação do grau de perigo aos banhistas. As praias a serem avaliadas foram escolhidas com base no número de ocorrências apontadas no registro do corpo de bombeiros do Estado de Santa Catarina. De modo a identificar as feições importantes na classificação morfodinâmica das praias (bancos, correntes de retorno, cúspides e zona de surfe) imagens de satélite foram utilizadas. Com base nestas, as feições foram mapeadas e as praias classificadas de acordo com o estágio morfodinâmico. A variação do estágio morfodinâmico ao longo de uma mesma praia e ao longo do tempo também foi verificada, resultando em setores que podem ou não apresentar o mesmo estágio em uma mesma praia. Para isso foram utilizadas imagens de satélite de anos diferentes para o mapeamento das feições. Dados de moda de altura de onda foram obtidos da base de dados do projeto SMC Brasil. Os pontos mais próximos à praia foram escolhidos de forma a se obter os valores mais próximos à altura de quebra. Para avaliar a variação do grau de perigo ao longo de uma mesma praia, mais de um ponto de dados de ondas foram utilizados. Dentre as catorze praias analisadas houve o predomínio do estágio intermediário com apenas uma praia refletiva e nenhuma praia dissipativa. Os graus de perigo variaram de baixo a moderado (escala de 1 a 10 atingiram 5 no máximo) nas praias verificadas. A classificação proposta pelo Prof. Andrew Short foi confirmada com o mapeamento realizado nesse estudo, com exceção de duas praias (Ingleses e Praia do Sonho) que apresentaram variação no estágio morfodinâmico em sua extensão.

Palavras-chave: segurança de praias, estágio morfodinâmico, altura de quebra de onda

ABSTRACT

The main goal of this work was to evaluate the bathing hazard rate of 14 beaches of Santa Catarina coast. To reach this goal, a method used on Australian beach safety plans. The method consists on calculating the hazard rate based on the morphodynamic beach type and wave breaking height. The development of this work was carried out in three phases:

1) First the beaches from Santa Catarina coast in which the analysis would be carried out were chosen, 2) the following step was to classify the beaches according to the morphodynamic state and finally, 3) the beach hazard rate for bathers was verified. The beaches evaluated in this work were chosen considering the number of bathers drag on the fire department register of Santa Catarina State. To verify the features that are important on classifying the beaches according to the morphodynamic (bars, beach cusps, surf zones extension) state satellite images were used. Based on these images the features were mapped and the classification was undertaken. The morphodynamic state variation along the beach was verified, resulting in sectors which can present or not different state in the same beach. The variation of the morphodynamic state along the time was also verified. To do that, satellite images detected in different years were used to map the beach features. Wave data were obtained from SMC-Brasil Project database. Among the fourteen beaches analyzed predominated the intermediate stage with only one reflective beach and no dissipative beach. The degree of danger ranged was low to moderate (1 to 10 scale reached 5 max) observed in beaches. The classification proposed by Professor Andrew Short was confirmed with the mapping done in this study, with the exception of two beaches (Ingleses and Praia do Sonho) that varied on morphodynamic stage in its extent.

Palavras-chave: beach safety, morphodynamic beach state, wave breaking height

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização da Área de Estudo.....	23
Figura 2: Zonação hidrodinâmica e morfológica de uma praia. Fonte: Hoefel, 1998.....	27
Figura 3: Tipos de quebra da onda.....	28
Figura 4: Classificação morfodinâmica de praias desenvolvida por Wright e Short (1984). Fonte: Silveira <i>et al.</i> (2011)	32
Figura 5: Corrente de retorno.....	33
Figura 6: Identificação de correntes de retorno. Fonte: www.noaa.gov	34
Figura 7: Fluxograma da metodologia aplicada.....	42
Figura 8: Exemplo de foto tirada durante o sobrevôo no litoral catarinense.....	43
Figura 9: Exemplo de foto tirada durante o campo por terra. Exemplo da praia de Torres, no sul do Estado.....	44
Figura 10: Exemplo de mapeamento das feições da praia. Praia de Mariscal.....	48
Figura 11: Pontos de extração de dados de onda pelo programa SMC-Tools. Exemplo de Meia Praia.....	52
Figura 12: Histograma de altura significativa de onda gerado pelo programa SMC-Tools. Exemplo do setor norte de Meia Praia.....	52
Figura 13: Pontos de dados de onda do norte do Estado de Santa Catarina.....	53
Figura 14: Pontos de dados de onda da Ilha de Santa Catarina.....	54
Figura 15: Pontos de dados de onda do sul do Estado de Santa Catarina.	55
Figura 16: Mapa de classificação das praias do Estado de Santa Catarina.....	57
Figura 17: Exemplo de hyperlink de foto associada à base cartográfica.	59
Figura 18: Porcentagem de praias dominadas por ondas de acordo com o tipo classificado.....	60
Figura 19: Mapa das feições morfológicas de Ingleses. Exemplo ano de 2009.....	65
Figura 20: Feições morfológicas do setor norte da Praia do Sonho. Exemplo ano de 2003.....	66
Figura 21: Feições morfológicas dos setores central e sul da Praia do Sonho. Exemplo ano de 2003.....	67
Figura 22: Mapeamento da Guarda do Embaú de 2006.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características da missão Quickbird. Fonte: EMBRAPA (2013).	38
Quadro 2: Características dos sensores do satélite Quickbird. Fonte: EMBRAPA (2013).	39
Quadro 3: Características da missão GeoEye. Fonte: EMBRAPA (2013).	40
Quadro 4: Característica dos sensores da missão GeoEye. Fonte: EMBRAPA (2014).	40
Quadro 5: Classes de perigo para os diferentes estágios morfodinâmicos e valores de altura de quebra da onda. Valores adotados para praias dominadas por ondas. Fonte: (SHORT, 2002).	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Imagens de satélite utilizadas para as praias do estudo.	50
Tabela 2: Resultados da classificação das praias do Estado de Santa Catarina.	60
Tabela 3: Classificação preliminar realizada pelo Prof. Andrew Short para as praias analisadas.	61
Tabela 4: Características dos diferentes setores das praias analisadas: feições da praia e classificação morfodinâmica.	62
Tabela 5: Altura de onda predominantes nos diferentes setores das praias. (Dados: SMC-Brasil).	70
Tabela 6: Grau de perigo nas praias estudadas.	71

LISTA DE ABREVIATURAS

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial.

SANTUR – Santa Catarina Turismo S/A.

SIG – Sistema Informações Geográficas.

SMC – Sistema de Modelagem Costeira.

UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí

LBT - *Longshore Bar and Trough*

RBB - *Rhythmic Bar and Rips*

TBR - *Transverse Bar and Rips*

LTT - *Low Tide Terrace*

ÍNDICE

RESUMO	5
ABSTRACT	7
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE ABREVIATURAS	15
ÍNDICE	17
1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS	20
2.1. OBJETIVO GERAL	20
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	22
3.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.	22
3.2. ONDAS E MARÉS	24
3.3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	24
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
4.1. PRAIAS ARENOSAS OCEÂNICAS	25
4.2. MORFODINÂMICA PRAIAL	25
4.2.1. Zonação Hidrodinâmica	25
4.2.2. Zonação Morfológica	29
4.3. TIPOS DE PRAIA SEGUNDO A ESCOLA AUSTRALIANA DE GEOMORFOLOGIA COSTEIRA	29
4.3.1. Parâmetro Omega	30
4.3.2. Correntes de retorno (<i>rip currents</i>)	33
4.4. CONCEITOS RELACIONADOS A RISCO	34
4.4.1. Perigo	34
4.4.2. Exposição	35
4.4.3. Vulnerabilidade	35
4.4.4. Risco	35
4.4.5. Perigo em relação ao tipo de praia	36
4.5. GEOTECNOLOGIAS	37
4.5.1. Imagens QUICKBIRD	37
4.5.2. Imagens Google Earth	39
5. METODOLOGIA	41
5.1. ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS EM SIG	43
5.1.1. Fotografias Aéreas	43
5.1.2. Estruturação da Base de Dados Fotográficos em SIG ..	44
5.2. SELEÇÃO DAS PRAIAS DE INTERESSE	44

5.3.	CLASSIFICAÇÃO PRELIMINARS DAS PRAIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA	47
5.3.1.	Praias Dissipativas	47
5.3.2.	Praias Intermediárias.....	47
5.3.3.	Praias Refletivas.....	48
5.4.	MAPEAMENTO DAS FEIÇÕES E CLASSIFICAÇÃO SETORIZADA	48
5.5.	ANÁLISE DO PERIGO AO BANHISTA.....	50
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
6.1.	ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS DE FOTOGRAFIAS EM SIG	56
6.2.	CLASSIFICAÇÃO MORFODINÂMICA PRELIMINAR DAS PRAIAS	61
6.3.	MAPEAMENTO DAS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS E CLASSIFICAÇÃO SETORIZADA	62
6.4.	ANÁLISE DO PERIGO AO BANHISTA.....	69
6.4.1.	Altura de Quebra das Ondas	69
6.4.2.	Análise de Perigo ao Banhista	71
7.	CONCLUSÕES.....	73
8.	REFERÊNCIAS	75
	Apêndice A – Mapas da feições morfológicas das prais.....	81
	APÊNDICE B – Mapas de perigo.....	126

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o homem vem ocupando cada vez mais intensamente as regiões costeiras e consequentemente utilizando as praias arenosas oceânicas como áreas de recreação e turismo. A crescente demanda por tais usos nos municípios litorâneos induz muitas vezes a um desenvolvimento com baixo grau de planejamento, desconsiderando a natureza móvel e dinâmica da linha de costa (RIBEIRO, 2010).

Uma das consequências da falta de planejamento é a ocorrência de casos de afogamentos em locais de turismo intenso. Segundo Spilman (2010), a cada ano morrem no mundo cerca de 490 mil pessoas em decorrência de afogamentos. Segundo Szpilman, no Brasil em 2010, o afogamento foi a segunda causa geral de óbito entre pessoas de 5 e 9 anos, a 3ª causa nas faixas de 1 a 19 anos, a 5ª na faixa de 20 a 29, e 6.590 brasileiros (3.4/100.000 hab) morreram afogados. Os números crescem no verão, estação em que há maior número de banhistas nas praias. Dados da SANTUR (2013) estimaram para Santa Catarina o movimento de mais de 2 milhões de turistas em janeiro de 2013.

Desde 1990, o governo australiano através do programa *The Australian Beach Safety and Management Program* (ABSAMP), avalia as características, perigos e nível de riscos para todas as praias do país, utilizando a metodologia do Prof Andrew Short (Australian Beach Safety & Management Program Surf Life Saving Australia, 2002). Hoefel & Klein (1998) apontam para a importância da relação entre os determinantes sociais e os ambientais para a análise da segurança em relação ao banhista em qualquer que seja o estágio praias predominante. Mocellin (2006) coloca também que as variantes ambientais como ondulações e correntes de retorno junto ao número de frequentadores da praia estão diretamente relacionados ao número de acidentes ocorridos com banhistas.

Dentre as iniciativas para conter esse número de fatalidades o Projeto “Gerenciamento e Segurança nas Praias Catarinenses”, desenvolvido pelo Corpo de Bombeiros de Santa Catarina e a Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) é umas das principais referências no Brasil. Teve início em 1995 com o objetivo de desenvolver uma base de informações sobre as características físicas e socioeconômicas das praias catarinenses, definir o grau de periculosidade das praias do Estado e formular um programa de orientação ao público usuário das praias (KLEIN & MEDEIROS, 1998).

No Brasil alguns trabalhos que merecem ser destacados são os trabalhos de Pereira & Calliari (2005) e Maia (2008), realizados no litoral do Rio Grande do Sul; Muehe (1998), no Rio de Janeiro; Mascagni (2007), no litoral paulista; Leal (2006), na litoral de Pernambuco; Carvalho (2002), no litoral da Bahia e Albuquerque et al. (2009) no litoral do Estado do Ceará.

Em Santa Catarina podemos destacar os trabalhos de Klein et al. (2003), Hoefel & Klein (1998) e Mocellin (2006).

Foi nesse sentido que se desenvolveu o presente trabalho, que através da classificação morfodinâmica das praias e de dados de altura de onda, visou avaliar o risco ao banhista em diferentes praias do Estado de Santa Catarina.

Os principais referenciais teóricos usados para o trabalho de classificação de praias são da Escola Australiana de Geomorfologia.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o perigo potencial ao banhista em praias de diferentes setores do estado de Santa Catarina, considerando suas características morfológicas, características das ondas incidentes e a persistência das feições morfológicas e hidrodinâmicas da zona de surfe ao longo do período estudado.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar uma classificação em larga-escala para as praias do Estado de Santa Catarina com base em sua morfologia e hidrodinâmica;
- Caracterizar, em escala local, as feições morfológicas e hidrodinâmicas da zona de surfe de praias selecionadas;
- Avaliar a recorrência temporal das feições identificadas, a fim de propor a segmentação do sistema em função da variabilidade de suas características ao longo das praias analisadas;
- Caracterizar os segmentos identificados quanto ao clima de ondas atuante;
- Classificar o perigo potencial ao banhista nos diferentes segmentos identificados;

- Espacializar as praias estudadas, considerando os diferentes segmentos identificados, como subsídio à gestão de riscos de afogamento.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

A costa do Estado de Santa Catarina possui uma extensão 561,4 km, situando-se entre os paralelos 25° 58'' e 28° 37'' S e os meridianos 48° 25'' e 48° 49'' W. O litoral catarinense abrange 36 municípios costeiros que totalizam aproximadamente 9.094,4 km² de área terrestre e 5.894 km² de área oceânica. Tais municípios englobam uma população de 1.889.474 habitantes, com uma densidade demográfica de 187 hab/km². Valor este que no verão aumentam drasticamente. Dados da SANTUR (2013) apontam que em Santa Catarina recebe de 2.071.520 turistas para janeiro e 1.755.976 para fevereiro de 2013.

Quatorze praias do Estado foram selecionadas para a realização do presente estudo (Figura 1). Foram selecionadas as praias com maior número de registro de arrastamento de acordo com os dados do Corpo de Bombeiros do Estado de Santa Catarina. As praias selecionadas e o respectivo número de arrastamento estão relacionadas a seguir (sentido norte- sul): Meia praia (101), Bombas (324), Mariscal (201), Palmas (244), Brava (225), Ingleses (115), Santinho (196), Joaquina (130), Novo Campeche (109), Campeche (176), Praia do Sonho (153), Guarda do Embaú (197), Ferrugem (147) e Rosa (190).

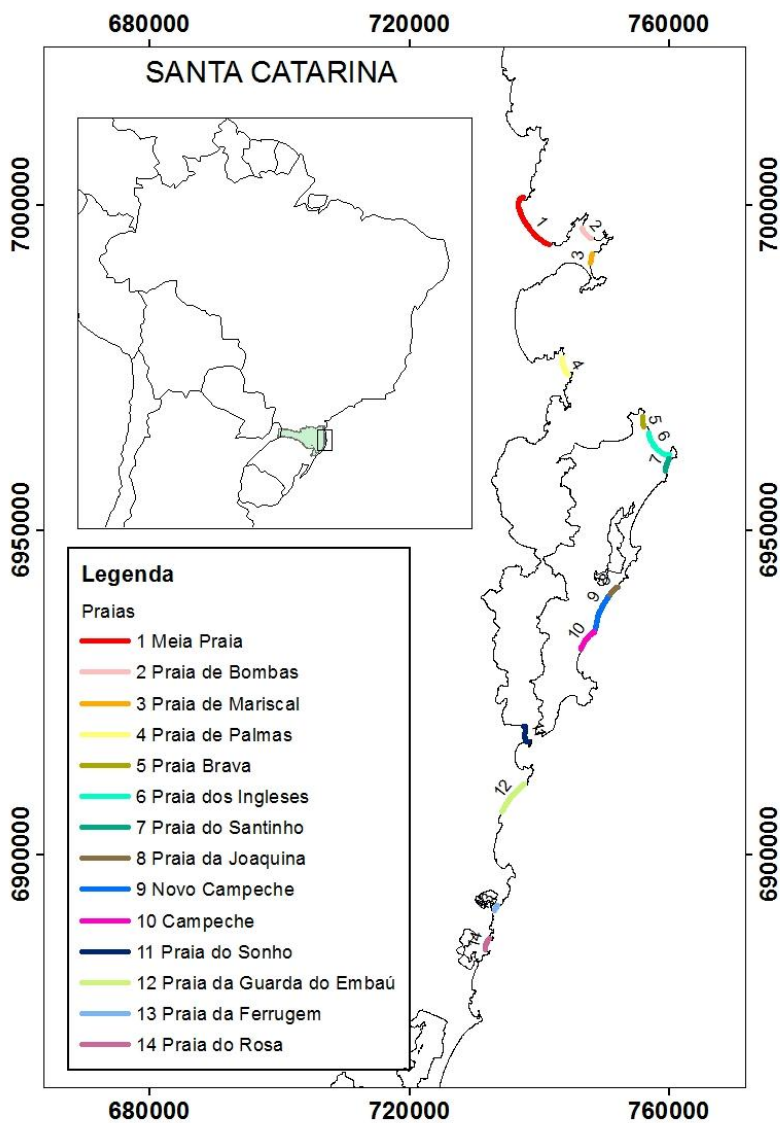


Figura 1: Mapa de Localização da Área de Estudo.

3.2. ONDAS E MARÉS

Araújo *et al.* (2003) apresentou dados com padrão semelhante. O autor definiu o clima de ondas no litoral catarinense como sendo predominado por marulhos de Sul (período de até 12s e altura significativa em torno de 1,25m no verão e 2m no inverno) e vagas de Leste (período de 8s e altura significativa de 1,25m). Os marulhos se apresentam mais frequentes no outono e inverno, e no verão ocorre um equilíbrio entre vaga e marulhos (dados obtidos de Janeiro de 2002 a Janeiro de 2003, em boia localizada próxima a Ilha de Santa Catarina).

O Estado de Santa Catarina apresenta regime de micromarés, predominantemente semidiurna com ocorrência de desigualdades diurnas. Com amplitude alcançando 1,06m na maré de sizígia (KLEIN, 2004).

De acordo com SCHETTINI *et al.* (1996) a variação média de maré astronômica para o litoral em estudo é de 0,8 metros, sendo a máxima de 1,2 metros. Estes autores salientam ainda a grande importância da maré meteorológica na dinâmica costeira regional.

3.3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Scheibe (1986) descreve a geologia e geomorfologia de Santa Catarina através de quatro grandes formações: A Serra Geral com rochas ígneas, em segundo a Bacia do Paraná com rochas sedimentares, em terceiro o Embasamento Cristalino, composto de rochas magmáticas e metamórficas e por fim a planície costeira. As rochas ígneas da Serra Geral são provenientes de sucessivos derrames dos períodos Jurássico e o Cretáceo, abrangendo cerca de 50% do território catarinense. As rochas da Bacia do Paraná, do período Paleozoica e Mesozoica, são compostas de arenitos, conglomerados, siltitos e, frequentemente associados a rochas vulcânicas extrusivas. O embasamento cristalino granito-gnáissico é constituído de alinhamentos em direção ao mar, formando as montanhas litorâneas e os promontórios.

De acordo com Villwock (1987), o litoral do Estado de Santa Catarina apresenta um conjunto de terras altas constituídas pelo embasamento cristalino granito-gnáissico, com escarpas que chegam até o mar constituindo promontórios rochosos, e por costões, que se alternam com reentrâncias, quase sempre tectonicamente controladas. Nelas, associadas ou não às desembocaduras dos principais sistemas

fluviais que chegam ao oceano, ocorrem pequenas planícies costeiras compostas por sistemas de laguna/barreira ou por sistemas de cordões litorâneos regressivos, pleistocênicos e holocênicos.

Grande parte do Sul do Estado apresenta praias longas com formação retilínea, do extremo sul até o Cabo de Santa Marta, deste local em diante a costa de Santa Catarina passa a apresentar reentrâncias e um grande número de pequenas praias e promontórios denominadas praias de enseada.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1. PRAIAS ARENOSAS OCEÂNICAS

As praias arenosas oceânicas são sistemas transicionais altamente dinâmicos e sensíveis, sofrendo alterações de acordo com as mudanças de energia local em função dos processos eólicos, biológicos e hidráulicos (HOEFEL, 1998).

Segundo Short (1999), as praias arenosas resultam da interação das ondas com os sedimentos disponíveis, sendo as suas características gerais definidas pelas condições de maré, altura e período de onda e tamanho dos grãos.

4.2. MORFODINÂMICA PRAIAL

A morfodinâmica de praias pode ser entendida como o resultado da interação entre as feições morfológicas da praia e a dinâmica dos fluidos no transporte dos sedimentos. Morfodinâmica praial faz observações integrando as condições morfológicas e dinâmicas numa descrição mais completa e coerente da praia e zona de arrebentação (CALLIARI, 2003).

4.2.1. Zonação Hidrodinâmica

Os processos hidrodinâmicos que atuam em uma praia são identificados através das: Zona de Arrebentação, Zona de Surfe e Zona de Espraimento (HOEFEL, 1998) (Figura 2).

Zona de Arrebentação

A zona de arrebentação é caracterizada pelo processo da onda que ao chegar a águas mais rasas, perde sua estabilidade e entra em processo de quebra. De acordo com Short (1999), o tipo de quebra depende

principalmente da declividade da praia e da esbeltez da onda que podem ser expressos pelo Parâmetro de Similaridade de Surf (Número de Iribarren) dado por:

$$\xi = \frac{\tan\beta}{\sqrt{H_0/L_0}}$$

onde β é a declividade da praia, H_0 é a altura de onda em águas profundas e L_0 é o comprimento de onda em águas profundas. Desta forma 4 tipos de quebra podem ser definidos (Figura 3):

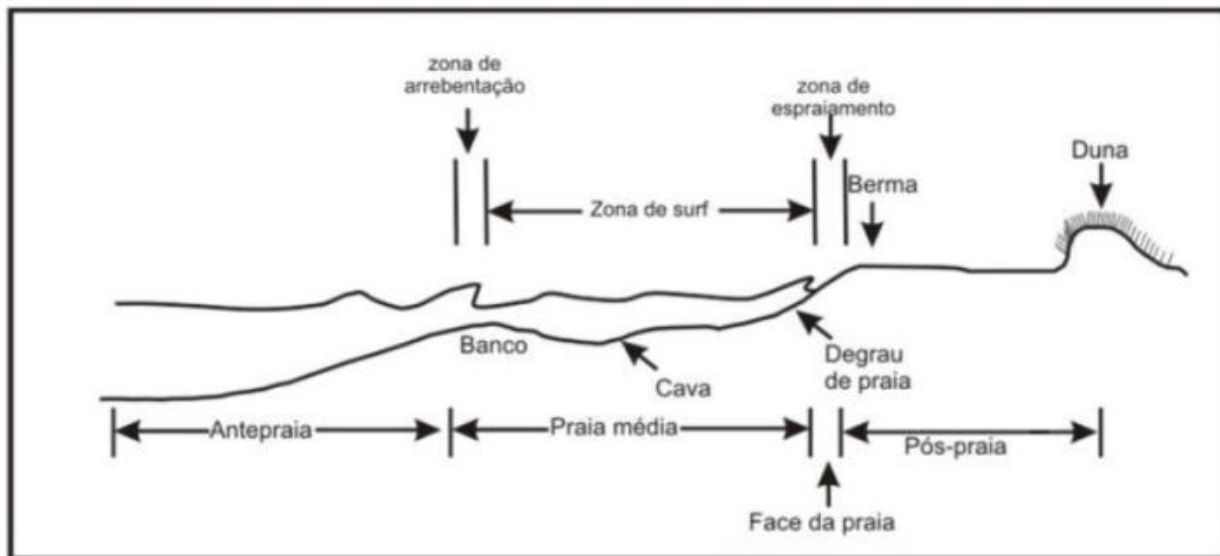


Figura 2: Zonação hidrodinâmica e morfológica de uma praia. Fonte: Hoefel, 1998.

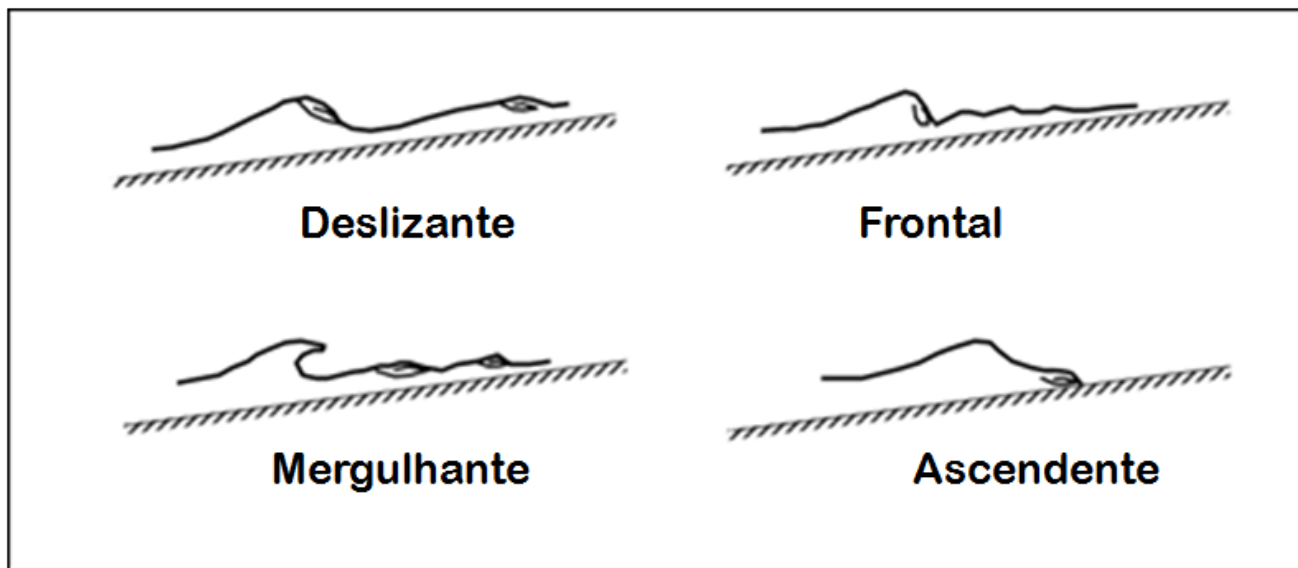


Figura 3: Tipos de quebra da onda.

- Deslizante: quebra gradual e deslizante ($\xi < 0,5$);
- Mergulhante: a onda empina na posição vertical e quebra formando um tubo ($0,5 < \xi < 2,5$);
- Frontal: apenas a parte lenta frontal da onda se torna vertical ($2,5 < \xi < 3,75$);
- Ascendente: não chega a quebrar ($\xi > 3,75$).

Zona de Surfe

Segundo Hoefel (1998), a caracterização da zona de surfe de uma praia depende do tipo de quebra das ondas, por exemplo, a incidência de vagalhões em uma praia de baixa declividade. Em algumas praias dissipativas a zona de surfe e de arrebentação podem se confundir formando uma única zona.

Zona de Espraçamento

Delimita a máxima e a mínima excursão dos vagalhões, sendo importante no transporte dos sedimentos.

4.2.2. Zonação Morfológica

Hoefel (1998) propõe a seguinte classificação para os subambientes praias:

- Antepraia: local do empinamento da onda relativo à parte anterior a zona de arrebentação;
- Praia média: onde ocorre a zona de surf e de arrebentação;
- Face praial: relativa à zona de espraçamento;
- Pós-praia: Vai da zona de espraçamento até as dunas ou outra formação diferente à praia.

4.3. TIPOS DE PRAIA SEGUNDO A ESCOLA AUSTRALIANA DE GEOMORFOLOGIA COSTEIRA

Os tipos de praia definidos pela Escola Australiana de Geomorfologia Costeira (SHORT, 1999) se referem aos aspectos morfodinâmicos de um sistema praial, incluindo as feições associadas às zonas de empinamento das ondas, surfe e espraçamento. A Figura 4 apresenta a configuração dos estágios morfodinâmicos sugeridos por tal Escola.

Guza e Inman (1975), através do Parâmetro de Similaridade de Surfe (ξ), definiram os estágios extremos dissipativo e refletivo de praia. Wright & Short (1984) definiram, complementarmente, quatro estágios intermediários em ordem decrescente de energia: Banco e Cava Longitudinais, Banco e Praia Rítmicos, Banco Transversal e Rip e Terraço de Baixa Maré.

4.3.1. Parâmetro Ômega

Um determinado trecho de praia pode variar entre diferentes estágios morfodinâmicos conforme a energia de onda, embora em muitos casos estudados apresente um estágio médio predominante. (OLIVEIRA, 2009). Alguns parâmetros foram sugeridos para classificar o estágio morfodinâmico de uma praia de acordo com a energia de ondas. Entre eles, o mais comumente utilizado é o parâmetro ômega (Ω) dado por:

$$\Omega = \frac{Hb}{W_s * T}$$

onde Hb é a altura de quebra de onda (m), W_s é a velocidade de sedimentação do grão (m/s) e T é o período de pico de onda (s), sendo considerado um parâmetro empírico e adimensional.

Praias Dissipativas

Segundo Short (1999), as praias dissipativas apresentam areia de granulometria fina (menor que 0.2 mm), ondas relativamente altas chegando a 2,5m e curtos períodos de onda. Possuem ainda zona de surfe extensa e bem desenvolvida, apresentando baixa declividade.

Estas praias são caracterizadas por valores de Ω maior que 6 e ξ entre 20 e 200.

Praias Refletivas

Possuem a mais baixa energia de ondas no espectro dos tipos de praia, ocorrem com valores de Ω menores que 1 e ξ menores que 2,5. Apresentam alta declividade e as ondas quebram na face praial, caracterizando-se pela presença de sedimentos grossos.

Estágios intermediários

Entre os dois extremos estão as praias ditas intermediárias ($2,5 < \xi < 20$). São quatro os estágios morfodinâmicos intermediários:

Banco e Cava Longitudinais (Longshore Bar and Trough - LBT)

As praias do tipo Banco e Cava Longitudinais apresentam a cava e o banco mais definidos, com a face praial parecida com uma praia dissipativa, gradiente de declividade de baixo a moderado e cúspides praiais grandes ou bermas.

Banco e Praia Rítmicos (Rhythmic Bar and Rips - RBR)

Possuem um caráter rítmico do banco e da face praial. Feições rítmicas ondulantes em forma de cúspides submarinas são frequentes. Neste tipo de praia, é possível a ocorrência de correntes de retorno (*rip currents*) nas depressões dos bancos. Os bancos assemelham-se a condições dissipativas, enquanto que nas pequenas baías, predominam condições refletivas.

Bancos e Correntes Transversais (Transverse Bar and Rips – TBR)

Os bancos se unem à praia transversalmente, intercalados por correntes de retorno bem desenvolvidas apresentando megacúspides na face praial.

Terraço de Maré Baixa e/ou Crista e Canal (Low Tide Terrace – LTT)

Na maré baixa apresentam um perfil praticamente plano e na maré alta face praial íngreme. Possuem baixa energia se apresentando refletiva na maré alta e dissipativa na maré baixa.

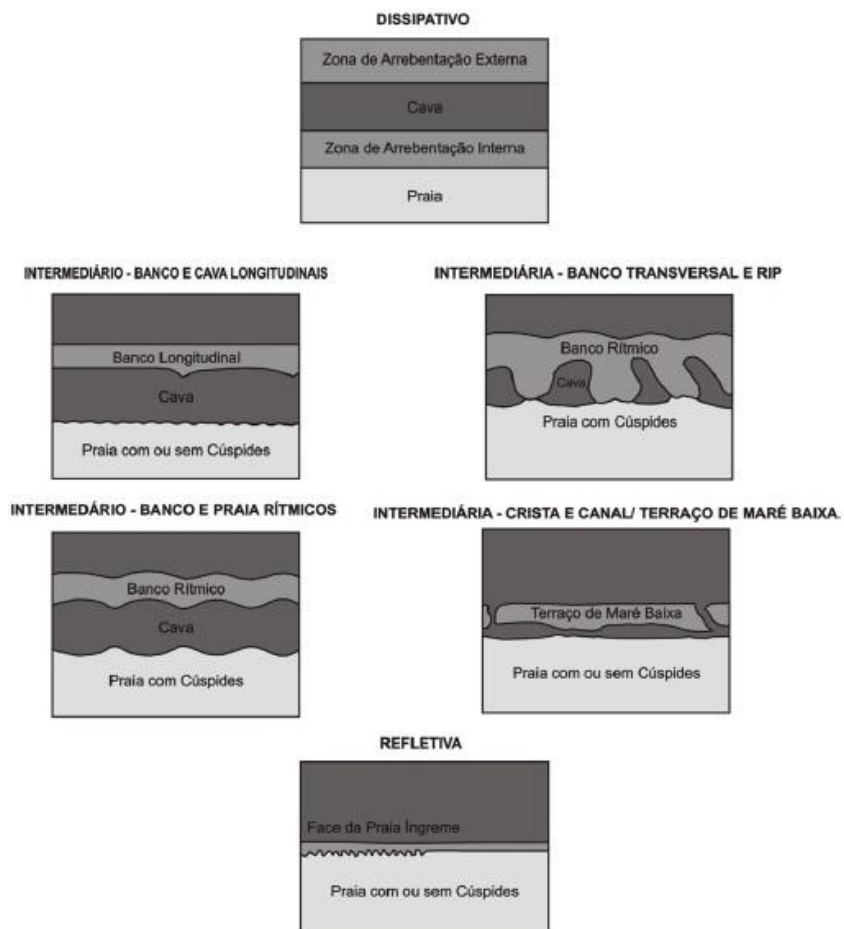


Figura 4: Classificação morfodinâmica de praias desenvolvida por Wright e Short (1984). Fonte: Silveira *et al.* (2011)

4.3.2. Correntes de retorno (*rip currents*)

As correntes de retorno consistem em fortes fluxos de água em direção ao mar e são resultado do gradiente longitudinal de *setup* (elevação do nível da água na face da praia devido à quebra das ondas) (BASCO, 1983). De acordo com Short (1985) as correntes de retorno ocorrem em áreas de convergência do fluxo horizontal da água na zona de surfe e podem ser alimentadas por outras correntes. A quebra das ondas na praia gera a sobrelevação do nível da água na zona de espraimento. Quando esta sobrelevação não ocorre de forma homogênea, o retorno dessa massa de água ocorre pelas laterais, normalmente onde há uma depressão no fundo, gerando uma célula de circulação (Figura 5) (SHORT, 1999).

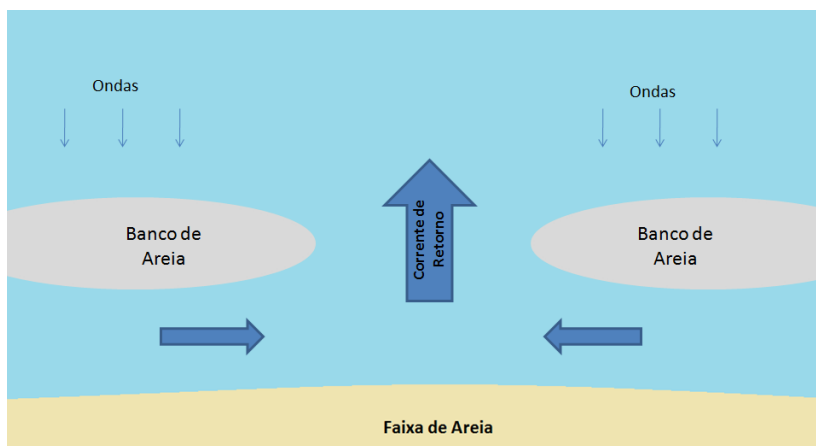


Figura 5: Corrente de retorno.

As correntes de retorno não estão presentes em todos os tipos de praia. São ausentes em praias refletivas e raras em praias dissipativas. Este tipo de corrente é característico das praias intermediárias e cada vez mais são objeto de pesquisa devido a sua habilidade de transportar água e sedimento mar adentro (BASCO, 1983). Da mesma forma são responsáveis pelo carregamento de banhistas para zonas profundas, aumentando o risco de afogamento. Das correntes presentes na zona de surfe, as correntes de retorno são as mais preocupantes com relação ao perigo ao banhista. De acordo com MACMAHAN *et al* (2006) as correntes de retorno são responsáveis por mais de 80% dos resgate feito

pelos salva-vidas, e estão em primeiro lugar na lista dos perigos naturais no estado da Flórida.

As correntes de retorno são facilmente identificáveis visualmente através da verificação de zonas de turbulência e consequente geração de espuma, intervalos na linha de quebra das ondas e listras de água escura (proveniente do fundo) (SHORT, 1999) (Figura 6).

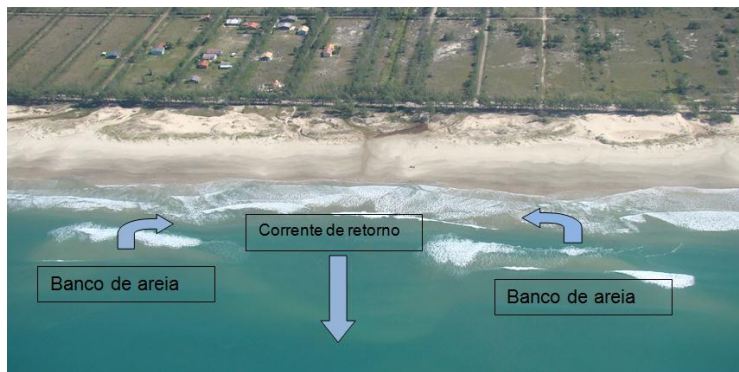


Figura 6: Identificação de correntes de retorno.

4.4. CONCEITOS RELACIONADOS A RISCO

Os estudos relacionados a riscos ambientais possuem uma gama de conceitos relacionados ao tema. Isso traz à tona a necessidade de uma breve introdução do significado dos termos empregados antes de dar sequência à leitura deste trabalho.

4.4.1. Perigo

O termo perigo (*ameaça*) trata de todo evento/fenômeno natural ou decorrente de ação humana que pode provocar danos em termos de vida, propriedade, perdas econômicas, degradação ambiental, interrupção de atividade humana, etc (SOUZA, 2005). Carvalho et al. (2007) define o perigo como “*Condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável*”.

Segundo Short (2000), os perigos de uma praia (*beach hazards*) são os elementos do ambiente praial que expõem o banhista a algum tipo de dano. Especificamente, a morfologia da praia e seus processos da zona de surf que podem deslocar o banhista para mar adentro. Desta forma são considerados perigos quaisquer fenômenos que coloquem o usuário da praia em condição de sofrer danos como a zona de quebra de

onda, a variabilidade de profundidade, as correntes de retorno condicionadas pelas ondas, maré e ventos associados à morfologia da praia. Todas essas forças podem colocar o banhista em risco de afogamento.

4.4.2. Exposição

Em trabalhos relacionados a riscos naturais, o termo vulnerabilidade é utilizado para ligar o perigo ao risco em uma zona. A exposição depende da magnitude do evento analisado (CEPAL - ONU, 2011). Desta forma, toda a área potencialmente afetada por um perigo pode ser considerada exposta em determinada magnitude de evento (TSAKIRIS, 2007).

Adaptando esta definição para o caso de segurança nas praias, pode-se dizer que um banhista exposto é aquele que em determinado momento se encontra em uma área exposta ao perigo.

4.4.3. Vulnerabilidade

Vulnerabilidade está relacionada à ideia de “estar sujeito” ou vulnerável a sofrer dano ou perda por efeito de um evento, um aviso de potencial perda ou dano (CUTTER, 1996). Para Sharples (2006), vulnerabilidade é o grau de exposição de feições geomorfológicas ou ecológicas aos impactos causados por perigos. Dentro do contexto de risco ao banho de mar seria necessário se ter conhecimento das características do banhista que frequenta determinada praia. Um banhista que sabe nadar e tem conhecimento dos perigos de uma praia, por exemplo, é menos vulnerável que aquele que não sabe.

4.4.4. Risco

A palavra risco está sempre associada ao homem e a algo negativo, desfavorável, prejudicial, conforme expõe Valdati (2000). Segundo Veyret (2007), o risco pode ser definido como a percepção do perigo, de uma possível catástrofe. Isso dentro do contexto de risco como objeto social em relação a um indivíduo, grupo social ou comunidade.

Dessa forma o risco é determinado de acordo com a presença do homem. Segundo Mocellin (2006), uma praia pode ser classificada como potencialmente perigosa sem que haja risco ao banho de mar se ela não for frequentada por banhistas.

4.4.5. Perigo em relação ao tipo de praia

Projetos relacionados à segurança nas praias (*beach safety*) tratam do reconhecimento dos perigos da praia e dos mecanismos para mitigá-los e proteger o banhista de qualquer tipo de dano.

Os perigos apresentados em uma praia estão diretamente relacionados ao seu estágio morfodinâmico, apresentando como principais agravantes a presença de correntes de retorno e grande extensão da zona de quebra. Short (2000) apresenta os tipos de perigos relacionados a cada um dos estágios morfodinâmicos praias:

Perigos das praias refletivas

Oferecem uma segurança relativa por serem praias mais calmas (menor energia de onda, menor zona de quebra e ausência de correntes de retorno), porém a variação repentina da profundidade da água perto da margem da praia e o forte fluxo e refluxo são fatores agravantes para insegurança do banhista.

Perigos das praias de terraço de maré baixa

É um dos tipos de praia mais seguros desde que as ondas estejam com alturas menores de um metro na maré média a alta. No entanto, ondas maiores podem quebram uniformemente ao longo da praia, em forma de “caixote” gerando fortes correntes paralelas à praia e fracas correntes de retorno.

Perigos das praias com bancos e correntes transversais

São seguras nos bancos rasos, porém possuem muitas correntes de retorno e ondas fortes que podem arrastar o banhista para as cavas. São as praias com maiores registros de ocorrências de afogamentos (SHORT, 2000).

Perigos das praias com bancos rítmicos

Possuem características semelhantes àquelas apresentadas no estágio morfodinâmico anterior (bancos transversais e correntes longitudinais), porém algumas vezes mais perigosas devido à presença de correntes longitudinais.

Perigos das praias com bancos e cavas longitudinais

Possuem fortes correntes longitudinais e cavas profundas.

Perigos das praias dissipativas

Apesar de não apresentarem correntes de retorno, as praias dissipativas apresentam extensa zona de quebra, oferecendo perigo para o banhista que permanecer distante da margem.

Com base nos perigos apresentados acima, é possível classificar a segurança de determina praia (*Beach Safety Rating*) de acordo com o seu estágio morfodinâmico (SHORT, 2000).

4.5. GEOTECNOLOGIAS

O processo de conservação e gestão da zona costeira necessita de instrumentos e técnicas que permitam identificar, quantificar e espacializar os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem em estuários, baías e praias. Neste sentido, mapas temáticos e redes de monitoramento de áreas costeiras são de grande importância. Atualmente, o emprego de geotecnologias tendo por base a estruturação de bases de dados espaciais em SIG e o uso de imagens obtidas a partir de plataformas orbitais possibilitam a obtenção e integração de variáveis ambientais com diferentes resoluções temporais e espaciais (GHERARDI E CARVALHO, 2009).

O INPE (2001) define geoprocessamento como a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Através dele podemos trabalhar diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos. Para utilizar o SIG as informações levantadas são transformadas em representações computacionais.

O mapeamento da faixa costeira e o acompanhamento de suas mudanças contribuem para a geração de informações valiosas para a gestão costeira, pois fornecem subsídios para o estabelecimento de faixas de recuo a partir da linha de preamar, permitem a identificação de áreas de risco de erosão costeira e contribuem também com informações para a implantação de obras de intervenção direta na linha de costa (guias correntes, molhes, engordamento de praia etc).

4.5.1. Imagens QUICKBIRD

Os satélites QUICKBIRD são controlados pela Empresa Digital Globe (Quadro 1). O primeiro satélite da série não obteve sucesso no lançamento, ocorrido no ano 2000. O segundo satélite, lançado em outubro de 2001 continua em operação e oferece imagens comerciais de

alta resolução espacial. O sistema oferece dados com 61 centímetros de resolução espacial no modo pancromático e 2,4 metros no modo multiespectral em um vasto campo de visada. O satélite possui um eficaz ângulo de imageamento, o que permite rapidez na obtenção de imagens de determinado local, além de conseguir gerar pares estereoscópicos (EMBRAPA, 2013).

Missão QUICKBIRD	
Instituições Responsáveis	DigitalGlobe
Pais/Região	Estados Unidos
Satélite	QUICKBIRD
Lançamento	18/10/2001
Local de Lançamento	Vandenberg Air Force Base
Veículo Lançador	Boeing Delta II
Situação Atual	ativo
Órbita	heliossíncrona
Altitude	450 Km
Inclinação	97,2°
Tempo de Duração da Órbita	93,5 min
Horário de Passagem	10:30 AM
Período de Revisita	Máximo 3,5 dias
Tempo de Vida Projetado	5 anos
Instrumentos Sensores	PAN; MS

Quadro 1: Características da missão Quickbird. Fonte: EMBRAPA (2013).

O satélite QUICKBIRD é capaz de obter imagens em amplas faixas de imageamento, com cenas de 16,5 km x 16,5 km. Opera nos modos pancromático (PAN) e multiespectral (MS), nas faixas do visível e infravermelho próximo. As características dos sensores PAN e MS estão apresentadas no Quadro 2.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
PANCROMÁTICO	PANCROMÁTICA	445 - 900 nm	61 a 72 cm	1 a 3,5 dias, dependendo da latitude	16,5 x 16,5 km	11 bits
MULTIESPECTRAL	AZUL	450 - 520 nm	2,4 a 2,8 m			
	VERDE	520 - 600 nm				
	VERMELHO	630 - 690 nm				
	INFRAVERMELHO PRÓXIMO	760 - 900 nm				

Quadro 2: Características dos sensores do satélite Quickbird. Fonte: EMBRAPA (2013).

4.5.2. Imagens Google Earth

O *Google Earth* é um programa que disponibiliza imagens de satélite de diversas datas abrangendo todo o globo terrestre. Inicialmente desenvolvido pela Keyhole, Inc, o programa *Earth Viwer* foi incorporado à empresa americana Google em 2004, quando comprou a empresa Keyhole, Inc. Em 2005, o programa se tornou disponível para utilização em qualquer computador (LIMA, 2012). O programa é popular por ser de fácil manipulação e de vasto potencial de aplicação na área acadêmica e empresarial (ALLEN. 2007).

O programa apresenta uma compilação de imagens de diferentes fontes (Air Photo USA, Digital Globe, E-Spatial, GeoEye, Global Xplorer, i-Cubed, Spot image e Terra Server) (CAZETTA, 2011). A empresa GeoEye se destaca entre as fornecedoras de imagens para a Google. Este sistema oferece dados com 41 centímetros de resolução espacial no modo pancromático e 1,65 metros no modo multiespectral. As especificações da missão GeoEye e seus sensores estão apresentadas no Quadro 3 e Quadro 4.

Missão	GeoEye
Instituições Responsáveis	GeoEye
País/Região	Estados Unidos
Satélite	GeoEye-1
Lançamento	06/09/2008
Local de Lançamento	Vandenberg Air Force
Veículo Lançador	Delta II
Situação Atual	Ativo
Órbita	Polar, helios-síncrona
Altitude	681 km
Inclinação	98°
Tempo de Duração da Órbita	98 min
Horário de Passagem	10:30 AM
Período de Revisita	3 dias
Tempo de vida projetado	7 anos
Instrumentos Sensores	PAN e MS

Quadro 3: Características da missão GeoEye. Fonte: EMBRAPA (2013).

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
PAN	Pancromático	450-800 nm	41 cm	3 dias (no máximo)	15,2 km	11 bits

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
MS	AZUL	450-510 nm	1,65 m	3 dias (no máximo)	15,2 km	11 bits
	VERDE	510-580 nm				
	VERMELHO	655-690 nm				
	INFRAVERMELHO PRÓXIMO	780-920 nm				

Quadro 4: Característica dos sensores da missão GeoEye. Fonte: EMBRAPA (2014).

5. METODOLOGIA

Neste estudo foi aplicada a metodologia proposta por Short (1999). O método consiste em verificar o grau de perigo de uma praia considerando seu estágio morfodinâmico e os valores de altura de quebra (Quadro 5). De acordo com o autor, a taxa de perigo é calculada considerando que há banhistas na zona de surfe. Esta taxa cresce com o aumento da altura da onda com a ocorrência de correntes induzidas por canais de maré, promontórios e recifes. A variação da maré também é fator importante, uma vez que as correntes se tornam mais fortes na maré baixa.

PRAIAS DOMINADAS POR ONDAS

	ALTURA DE QUEBRA (m)							
TIPO DE PRAIA	<0.5	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	>3.0
Dissipativa	4	5	6	7	8	9	10	10
Bancos e Cavas Longitudinais	4	5	6	7	7	8	9	10
Banco e Praia Ritmicos	4	5	6	6	7	8	9	10
Bancos e Correntes Transversais	4	4	5	6	7	8	9	10
Terraço de Baixa-mar	3	3	4	5	6	7	8	10
Refletiva	2	3	4	5	6	7	8	10
TAXA DE PERIGO DA PRAIA				CHAVES PARA O PERIGO				
Pouco perigoso: 1 – 3					Profundidade e/ou correntes fracas			
Moderadamente perigoso: 4 – 6					Quebra da plataforma (maré alta apenas)			
Altamente perigoso: 7 – 8					Correntes e extensa zona de quebra de onda			
Extremamente perigoso: 9 – 10					Correntes de retorno e correntes longitudinais			

Quadro 5: Classes de perigo para os diferentes estágios morfodinâmicos e valores de altura de quebra da onda. Valores adotados para praias dominadas por ondas. Fonte: (SHORT, 2002).

Assim, as etapas envolvidas na realização da presente pesquisa estão apresentadas na Figura 7. Registros de ocorrência de afogamentos foram utilizados como base para a seleção das praias a serem estudadas. Fotografias aéreas serviram como base para a classificação preliminar do estágio morfodinâmico das praias escolhidas. Imagens de satélite foram utilizadas para classificar os diferentes setores da praia de acordo com o estágio morfodinâmico. Dados de onda somados ao estágio morfodinâmico de cada praia foram utilizados para classificar os diferentes setores das praias conforme o grau de perigo.

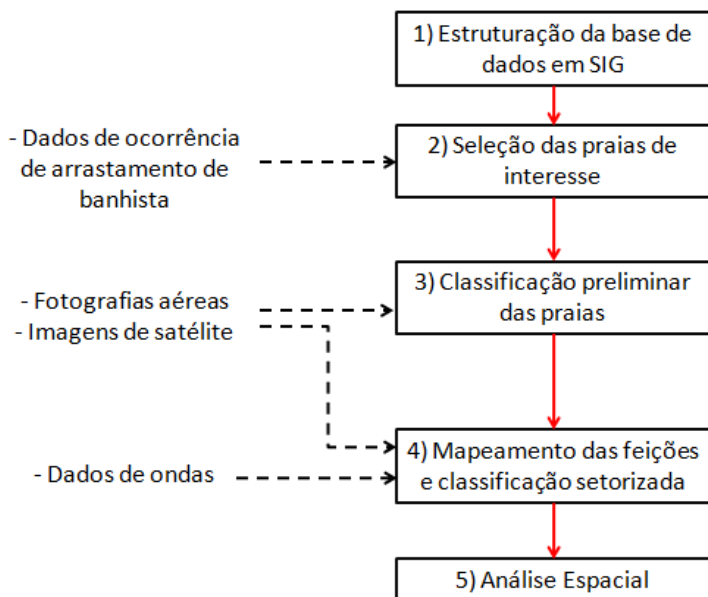


Figura 7: Fluxograma da metodologia aplicada.

A seguir serão descritas em detalhe todas as etapas envolvidas no estudo.

5.1. ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS EM SIG

5.1.1. Fotografias Panorâmicas

Fotografias panorâmicas foram obtidas no contexto de um projeto desenvolvido no Laboratório de Oceanografia Costeira da UFSC, com a participação do Prof. Andrew Short, da Universidade de Sydney.

Praticamente toda a costa do litoral de Santa Catarina foi sobrevoada, para o registro das praias em fotografias tiradas (Figura 8) pelos participantes da campanha de campo (22 e 23/04/2013). A costa também foi percorrida por via terrestre e igualmente fotografada (Figura 9).



Figura 8: Exemplo de foto tirada durante o sobrevoio no litoral catarinense.



Figura 9: Exemplo de foto tirada durante o campo por terra. Prainha em Farol de Santa Marta, no sul do Estado.

5.1.2. Estruturação da Base de Dados Fotográficos em SIG

As fotos obtidas foram espacializadas e relacionadas às respectivas praias, em ambiente SIG (assim como as informações locais adicionadas) dentro de um *geodatabase*. As fotografias foram organizadas da forma que fossem relacionadas com a sua localização dentro da base de dados. Através do *software* ArcGIS, cada praia e ponto relevante teve uma foto associada através da ferramenta Hyperlink, onde em cada ponto no mapa, através de um clique, é possível visualizar a fotografia correspondente ao local.

5.2. SELEÇÃO DAS PRAIAS DE INTERESSE

A escolha das praias a serem estudadas foi feita com base nos números de arrastamentos registrados nos relatórios do corpo de bombeiro militar de Santa Catarina. Foram selecionadas 14 praias onde o número de ocorrência de arrastamento foi superior a 100 casos.

Os registros de arrastamento foram obtidos através da página do Corpo de Bombeiros de Santa Catarina. O número de ocorrência de

arrastamento, afogamento com recuperação e afogamento seguido de morte (entre outros registros relevantes) para todas as cidades do estado estão disponíveis em: http://www.cbm.sc.gov.br/rel_praias.

Foram utilizados os dados de arrastamento da Operação Veraneio – 2012/2013. Os dados foram adquiridos em março de 2013 e podem ter sofrido alterações desde que foram obtidos devido a atualizações nos registros.

As 14 praias selecionadas para a análise do presente estudo e o número de registros de ocorrência de arrastamentos estão apresentados a seguir:

1. Município: Itapema

Praia: Meia Praia

Número de Arrastamento registrado: 101

2. Município: Bombinhas

Praia: Bombas

Número de Arrastamento registrado: 324

3. Município: Bombinhas

Praia: Mariscal

Número de Arrastamento registrado: 201

4. Município: Governador Celso Ramos

Praia: Palmas

Número de Arrastamento registrado: 244

5. Município: Florianópolis

Praia: Brava

Número de Arrastamento registrado: 225

6. Município: Florianópolis

Praia: Ingleses

Número de Arrastamento registrado: 115

7. Município: Florianópolis

Praia: Santinho

Número de Arrastamento registrado: 196

8. Município: Florianópolis

Praia: Joaquina

Número de Arrastamento registrado: 130

9. Município: Florianópolis

Praia: Novo Campeche

Número de Arrastamento registrado: 109

10. Município: Florianópolis

Praia: Campeche

Número de Arrastamento registrado: 176

11. Município: Palhoça

Praia: Praia do Sonho

Número de Arrastamento registrado: 153

12. Município: Palhoça

Praia: Guarda do Embaú

Número de Arrastamento registrado: 197

13. Município: Garopaba

Praia: Da Ferrugem

Número de Arrastamento registrado: 147

14. Município: Imbituba

Praia: Do Rosa

Número de Arrastamento registrado: 190

É importante deixar claro que o número de arrastamentos registrado nem sempre está relacionado com a energia de ondas de uma praia. Os maiores valores registrados entre as praias selecionadas (Palmas e Bombas) estão relacionados a praias de baixa energia de onda, mas de grande densidade de turistas na alta temporada. Enfatizando o fato de que o risco aumenta com a maior quantidade de pessoas expostas ao perigo. Além disso, de acordo com Hoefel (1998) praias abrigadas podem dar mais segurança aos banhistas que por sua vez acabam não dando atenção necessária aos perigos existentes.

5.3. CLASSIFICAÇÃO PRELIMINARS DAS PRAIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA

A classificação preliminar de todas as praias do Estado de Santa Catarina foi feita de acordo com a tipologia proposta por Wright e Short (1984), tendo por base as fotografias aéreas obtidas em sobrevoo. A classificação foi realizada dentro do contexto do Projeto realizado em parceria com o Prof. Andrew Short, citado anteriormente neste trabalho. A classificação foi proposta pelo Prof. Andrew Short, adicionada ao banco de dados e cedida para utilização na presente pesquisa.

Para classificar as praias quanto a seu estágio morfodinâmico, foram observadas nas fotografias aéreas as características morfológicas das praias que permitem distinguir os estados dissipativo, intermediário (banco e cava, bancos e correntes, bancos rítmicos e terraços de maré) e refletivo:

5.3.1. Praias Dissipativas

Para identificar as praias dissipativas foram observados os seguintes aspectos:

- Sistemas de bancos múltiplos gerando extensas zonas de surfe (> 100 m);
- Zona de espriamento extensa (>10 m). Indicativo de praia com baixa declividade.

5.3.2. Praias Intermediárias

As características observadas para a classificação de praias intermediárias foram:

- Presença de Banco Longitudinal, Rítmico ou Transversal: a identificação dos bancos foi feita diretamente onde a água é pouco turva possibilitando a visualização direta ou através de padrões de espuma resultantes da quebra das ondas. Zonas de espuma com intervalos longitudinais são indícios da presença de bancos rítmicos ou transversais. Enquanto padrões de quebra de ondas contínuos ao longo da costa são indicativos de bancos longitudinais.
- Presença de cúspides e/ou mega-cúspides: as cúspides foram identificadas como sendo feições rítmicas na linha de costa de pequena escala (<100m). Já as mega-cúspides foram identificadas como sendo feições rítmicas na linha de costa de grande escala (>100m).

- Presença de Correntes de Retorno: as correntes de retorno foram observadas pela lacuna na espuma gerada pela quebra e pela tonalidade da água próximo à zona de arrebentação. Com alta capacidade de transporte, a presença das correntes de retorno é associada a tonalidades similares à dos sedimentos da praia, correspondente aos sedimentos em suspensão.

- Zona de Espraimento Curta (de 5 a 10 m): considerada indício de declividade moderada.

5.3.3. Praias Refletivas

As seguintes características foram utilizadas para classificar as praias refletivas:

- Quebra de ondas na base da zona de espraimento: como esse tipo de praia não apresenta bancos, a quebra de ondas só ocorre nas proximidades da zona de espraimento, que é estreita devido à alta declividade da face praial.

- Presença de Cúspides: as cúspides serão identificadas como sendo feições rítmicas na linha de costa com pequena escala (<100m).

5.4. MAPEAMENTO DAS FEIÇÕES E CLASSIFICAÇÃO SETORIZADA

De modo a identificar as feições importantes na classificação morfodinâmica das praias (bancos, correntes de retorno, cúspides e zona de surfe) imagens de satélite das missões QuickBird e GeoEye foram utilizadas. Com base nestas, as feições foram mapeadas como apresentado no exemplo da Figura 10. Esta metodologia foi aplicada anteriormente por Silveira *et al.* (2011) para as praias do Estado.



Figura 10: Exemplo de mapeamento das feições da praia. Praia de Mariscal.

Algumas praias de enseadas podem conter características morfodinâmicas distintas em diferentes trechos, devido à diferença de energia ao longo da praia (KLEIN, 2004). A parte mais protegida da praia tende a ser refletiva por receber ondas de menor energia ao contrário da região central da praia que tende a receber ondas com maior energia e se apresentar como dissipativa e mais retilínea. Segundo Klein & Menezes (2001) essa variação dentro da mesma praia também ocorre em função do tamanho do grão e das características geológicas e hidrológicas da área.

Levando em conta esse tipo de diferença apresentada em diferentes setores de uma mesma praia, optou-se por realizar uma classificação setorizada das 14 praias selecionadas. Desta forma, utilizando a tipologia anteriormente descrita, quando observadas diferenças, foram classificados os diferentes setores que compõem cada praia.

Também foi realizada a análise temporal desses setores a partir da interpretação das três imagens de satélites selecionadas. Com isso esperou-se observar a persistência das diferentes feições observadas. Para a classificação setorizada e verificação da variação temporal desta classificação foi realizado o mapeamento das feições (bancos e correntes) das praias analisadas com base em imagens de satélite de três anos diferentes. As imagens foram escolhidas entre o período de 2003 a 2014, dependendo das condições de nuvens de cada ano. A Tabela 1 apresenta as datas das imagens escolhidas para cada praia. A verificação para três datas distintas permitiu a verificação das recorrências das feições possibilitando assim a análise das mudanças ou não do grau de perigo para diferentes áreas da praia.

Tabela 1: Imagens de satélite utilizadas para as praias do estudo.

Praia	Imagem 1	Imagem 2	Imagem 3
Meia Praia	2004	2007	2010
Bombas	2003	2007	2010
Mariscal	2003	2010	2014
Palmas	2003	2009	2014
Brava	2003	2009	2012
Inglese	2004	2009	2013
Santinho	2003	2009	2013
Joaquina	2003	2011	2013
Novo Campeche	2002	2009	2014
Campeche	2002	2009	2014
Praia do Sonho	2003	2009	2014
Guarda do Embaú	2003	2006	2011
Ferrugem	2003	2011	2014
Rosa	2003	2011	2014

5.5. ANÁLISE DO PERIGO AO BANHISTA

A análise de perigo ao banhista foi feita através do guia de graus de perigo de praias elaborado por Short (2002) (citado anteriormente no item 5 deste trabalho) que relaciona o tipo morfodinâmico da praia com a altura de quebra da onda..

Os dados de altura de onda foram extraídos da base de dados do programa SMC-Brasil (SMC BRASIL, 2013) para determinar o perigo ao banhista. O SMC-Brasil faz parte do Projeto Acordo de Cooperação Técnica Internacional entre Brasil e Espanha, coordenado no Brasil pelo Ministério do Meio Ambiente e Secretaria do Patrimônio da União/Ministério do Planejamento. Dentre os produtos do Projeto está a disponibilização de uma base de dados de ondas com dados em pontos espaçados a cada 1Km em toda a costa do Brasil.

Os dados são resultados de reanálise de ondas e consistem em séries de 60 anos com resolução temporal horária. As reanálise foram realizadas em duas etapas, sendo a primeira uma reanálise global com o

modelo WWIII (TOLMAN, 1991) e a segunda a propagação dos dados da primeira etapa até acosta com o modelo SWAN (1999). A qualidade dos dados foi avaliada e pode ser verificada em Reguero *et al.* (2012) e IH Cantabria (no prelo).

A base de dados do SMC Brasil não contém dados de altura de quebra, apenas valores de altura significativa de onda. Por essa razão escolheu-se trabalhar com os pontos de ondas mais próximos à praia. Desta maneira, os valores seriam os mais próximos dos valores de altura de quebra. O ideal para a análise do grau de perigo seria a utilização de dados de altura de quebra, no entanto, não havia disponíveis tais dados para todas as praias da área de estudo.

Com o intuito de verificar a variação espacial (em uma mesma praia) do grau de perigo, mais de um ponto de ondas foi selecionado em cada praia. Sempre que possível foram escolhidos três pontos de ondas (dois nas extremidades e um na parte central da praia) (Figura 11). Algumas praias apresentaram apenas dois ou um ponto de ondas. Nestes casos, foram utilizados os dados disponíveis.

Os dados puderam ser acessados através da plataforma SMC-Tools que fornece a análise estatística de cada ponto da base. Os valores de moda de altura de onda foram obtidos a partir do histograma de distribuição de frequência de cada ponto analisado (Figura 12).

A localização dos pontos de dados de onda escolhidos pode ser observada nas Figuras 13 a 15. Os valores obtidos do SMC-Tools foram relacionados com o estágio morfodinâmico da praia conforme apresentado no Quadro 5. O resultado final foi a linha de costa com a cor e a numeração relativa ao perigo de determinada praia.

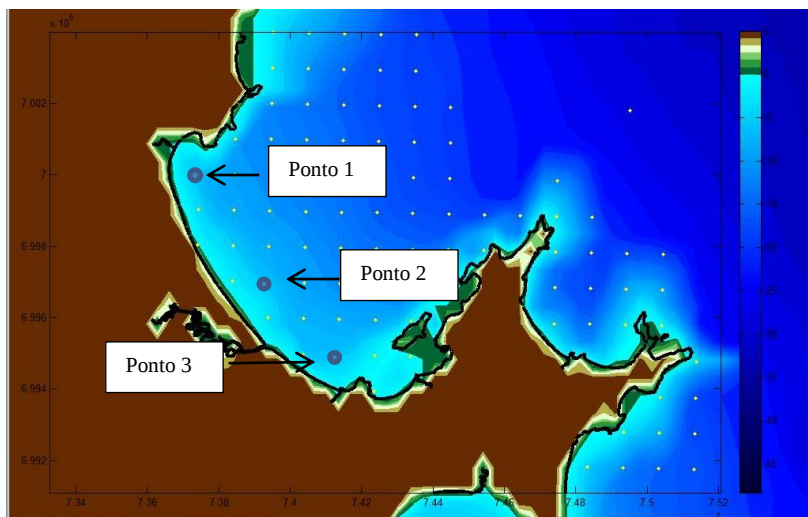


Figura 11: Pontos de extração de dados de onda pelo programa SMC-Tools. Exemplo de Meia Praia.

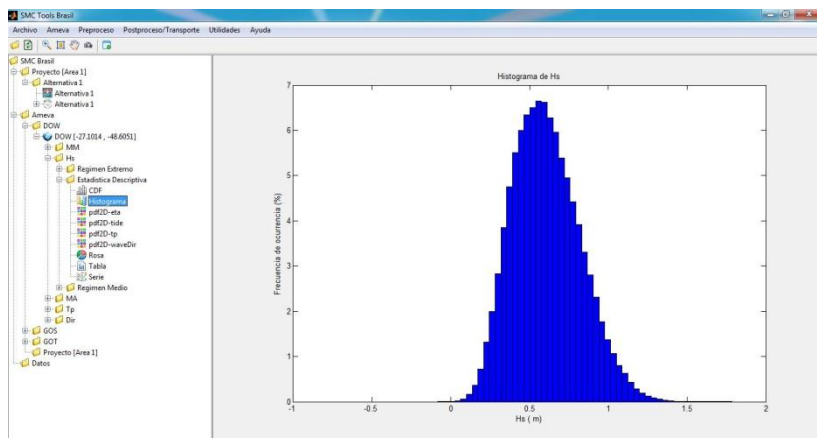


Figura 12: Histograma de altura significativa de onda gerado pelo programa SMC-Tools. Exemplo do setor norte de Meia Praia.

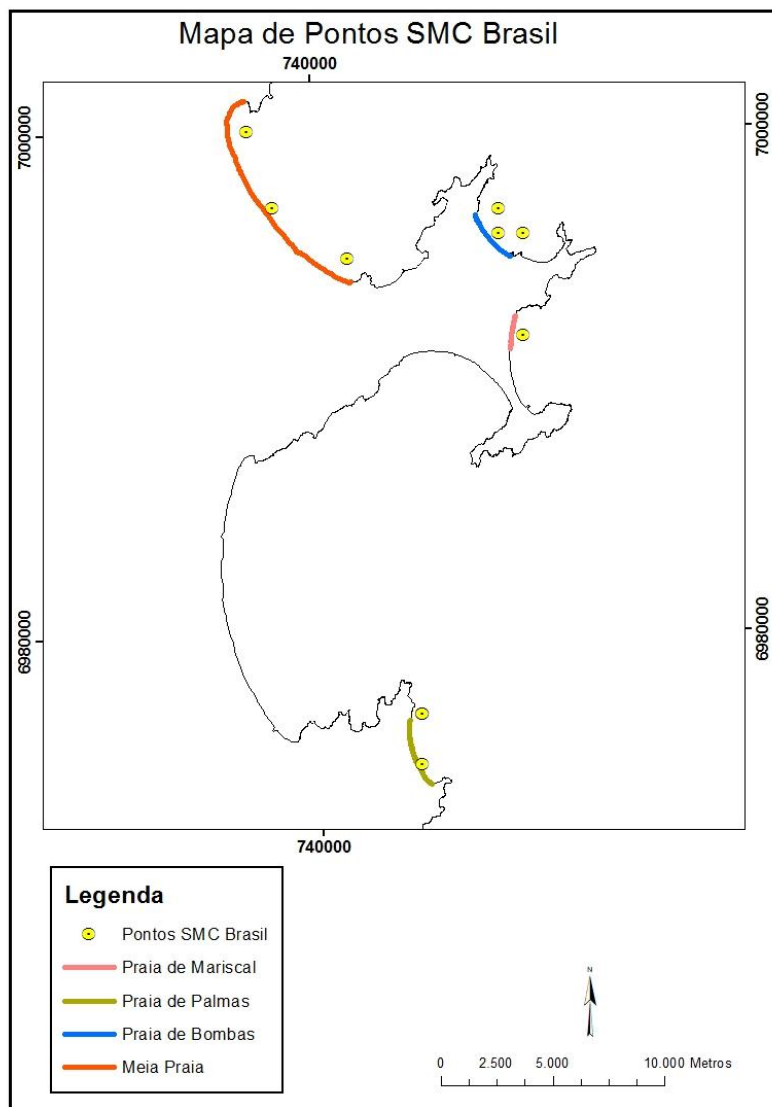


Figura 13: Pontos de dados de onda do norte do Estado de Santa Catarina.

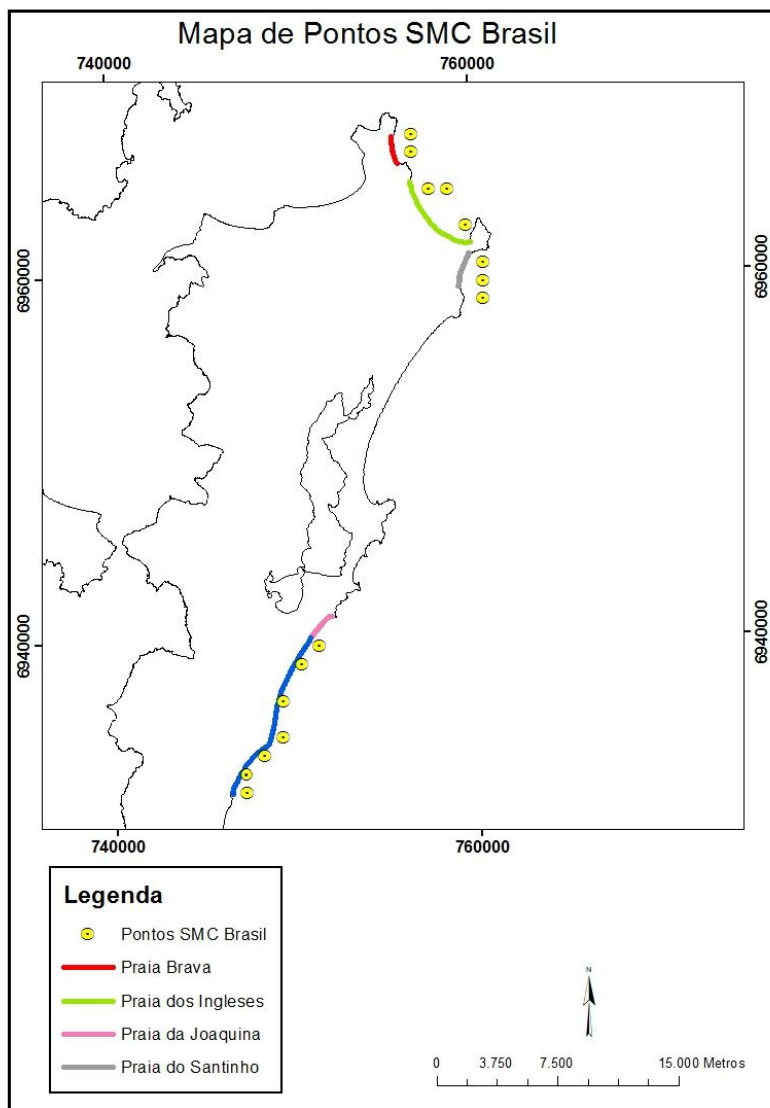


Figura 14: Pontos de dados de onda da Ilha de Santa Catarina.

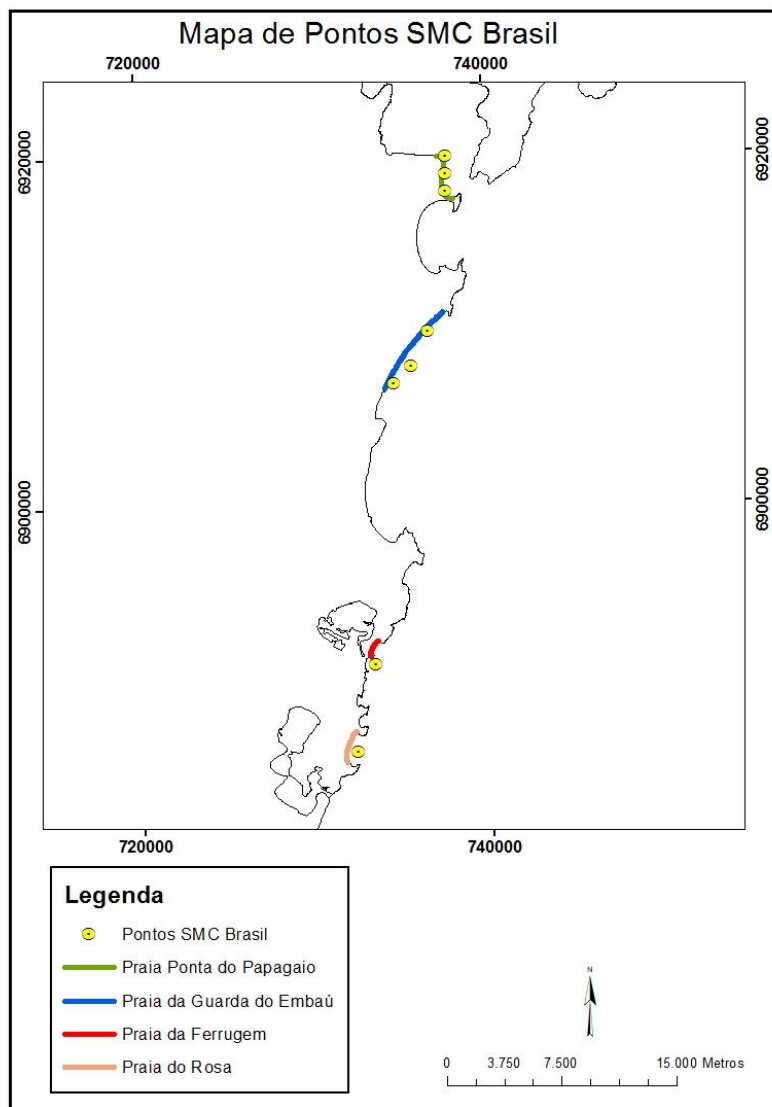


Figura 15: Pontos de dados de onda do sul do Estado de Santa Catarina.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS DE FOTOGRAFIAS EM SIG

O voo sobre o litoral de Santa Catarina produziu 22,8 gigabytes de arquivo em fotografias panorâmicas no formato JPG. São 4.893 fotografias realizadas ao longo da costa do Estado. As fotografias foram organizadas da forma que fossem relacionadas com a sua localização dentro da base de dados através do *software* ArcGIS.

Além disso, todas as características morfodinâmicas das praias foram inseridas na tabela de atributos. Dessa forma, é possível acessar o conjunto de informações da praia através da seleção por atributos, desde o nome, altura média de ondas, ocorrências de afogamento, tipo de praia (de acordo com a classificação preliminar realizada pelo Prof. Andrew Short), suas feições morfológicas e hidrodinâmicas, como demonstrado na Figura 16.

A Figura 17 mostra a interface do programa utilizado, a base cartográfica, os pontos e a fotografia que foi associada ao ponto que está sendo analisado. No caso, a fotografia da praia da Barra da Lagoa.

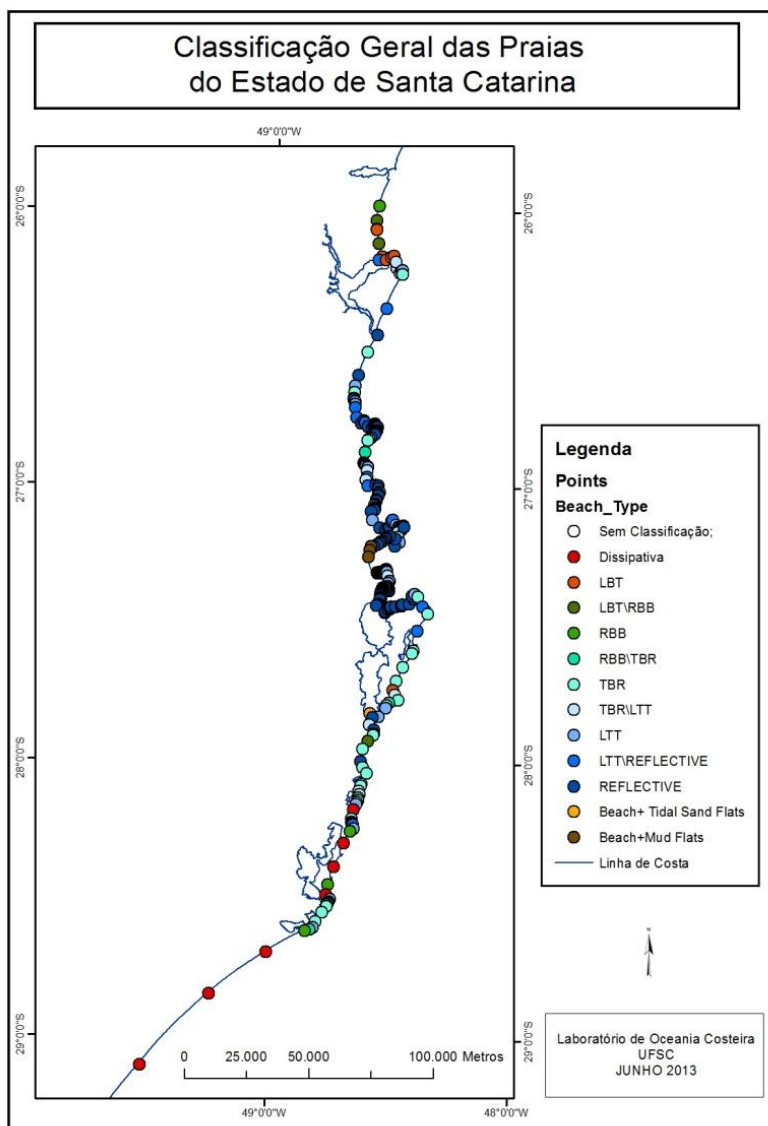


Figura 16: Mapa de classificação preliminar das praias do Estado de Santa Catarina segundo o estágio morfodinâmico.

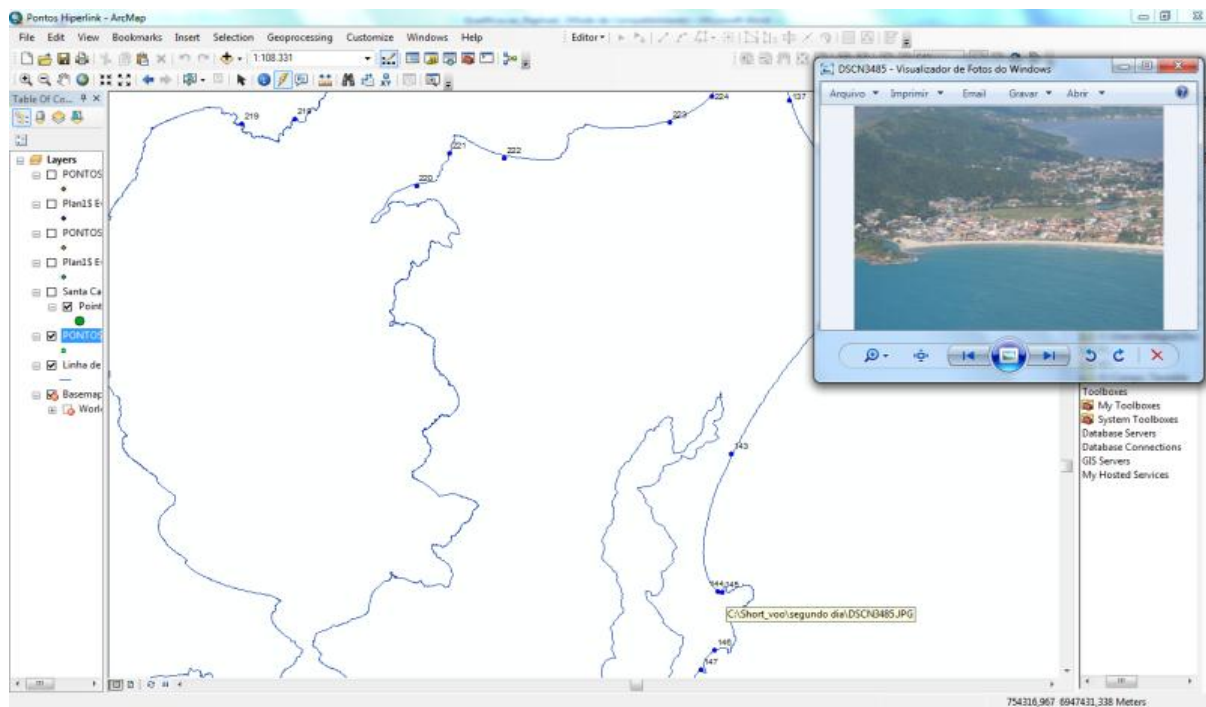


Figura 17: Exemplo de hyperlink de foto associada à base cartográfica.

No total, 239 praias foram identificadas. Pela Tabela 2 podemos notar que quase metade das praias classificadas (112) no Estado se enquadra na classificação de praias refletivas. Apesar do número superior de praias refletivas em relação aos outros tipos de praia, eles não demonstram a quantidade em extensão de praias. Uma boa parte do sul do Estado apresenta praias dissipativas com dezenas quilômetros de extensão, porém são contabilizadas como apenas uma praia. No gráfico da Figura 18, esta apresentada a porcentagem encontrada dos tipos de praias.

Tabela 2: Resultados da classificação das praias do Estado de Santa Catarina.

Nº	Tipo de Praia
7	Dissipativa
10	LBT
11	RBB
42	TBR
47	LTT
112	Refletiva
3	Beach+Mud Flats
1	Beach+ TidalSand Flats
6	Sem Classificação
239	Total

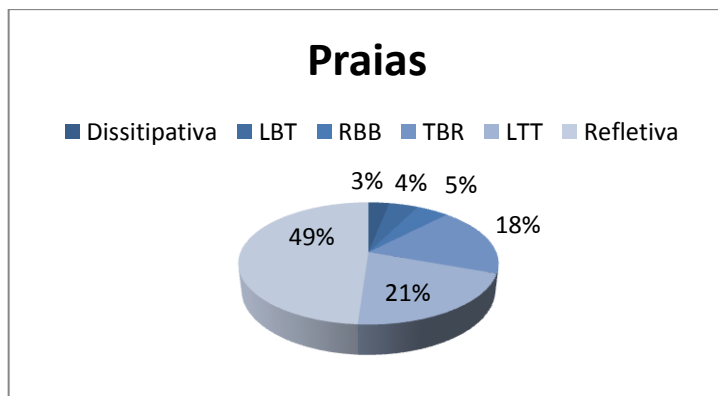


Figura 18: Porcentagem de praias dominadas por ondas de acordo com o tipo classificado.

6.2. CLASSIFICAÇÃO MORFODINÂMICA PRELIMINAR DAS PRAIAS

Na Tabela 3 constam as praias escolhidas para este trabalho e a classificação preliminar adotada para cada uma delas.

Tabela 3: Classificação preliminar realizada pelo Prof. Andrew Short para as praias analisadas.

Praia	Classificação
Meia Praia	Terraço de maré baixa
Bombas	Bancos e correntes transversais
Mariscal	Terraço de maré baixa
Palmas	Bancos e correntes transversais
Brava	Bancos e correntes transversais
Inglese	Terraço de maré baixa
Santinho	Bancos e correntes transversais
Joaquina	Bancos e correntes transversais
Novo Campeche	Bancos e correntes transversais
Campeche	Bancos e correntes transversais
Praia do Sonho	Refletiva
Guarda do Embaú	Banco e cava longitudinais
Ferrugem	Bancos e correntes transversais
Rosa	Banco e praias rítmicos

Das praias deste trabalho a maioria apresentou estágio morfodinâmico intermediário. Apenas a Praia do Sonho apresentou estágio refletivo. O que pode estar relacionado às alturas de onda desta praia. Situada em uma região abrigada próximo a Baía Sul de Florianópolis trata-se de uma praia relativamente abrigada da ação das ondas (RUDORFF, 2008), característica típica de praias refletivas (SHORT 1999). Nenhuma das praias selecionadas apresentou estágio morfodinâmico dissipativo.

A maioria dos trabalhos anteriores realizou a classificação de diferentes praias do Estado de Santa Catarina em apenas 3 estágios,

considerando todas as praias intermediárias como uma única classificação.

Silveira *et al.* (2011), utilizando imagens de satélite (como realizado neste trabalho) também classificaram as praias Bombas, Mariscal, Palmas, Santinho, Joaquina, Campeche, Guarda do Embaú e Ferrugem como praias intermediárias. As principais diferenças observadas com a classificação dos autores foram com relação à praia de Ingleses classificada como refletiva e às praias de Meia Praia e Joaquina, classificadas como dissipativas.

Klein *et al.* (2005) também classificou algumas praias deste trabalho. Os autores classificaram Bombas, Mariscal, Brava, Santinho e Campeche como praias intermediárias, como sugerido na classificação preliminar do Prof. Andrew Short. No entanto, os autores classificaram Meia Praia e Ingleses como dissipativas.

Por fim, Faraco (2003) classificou a praia de Ingleses como estágio morfodinâmico Intermediário, como proposto na classificação preliminar exposta aqui.

6.3. MAPEAMENTO DAS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS E CLASSIFICAÇÃO SETORIZADA

Os mapas com os resultados do mapeamento morfológico estão no Apêndice A deste trabalho. A Tabela 4 apresenta um resumo das feições apresentadas nas praias analisadas e a classificação alcançada com base no mapeamento.

Tabela 4: Características dos diferentes setores das praias analisadas: feições da praia e classificação morfodinâmica.

Praia	Setor	Tamanho Zona de Surfe	Nº Correntes de Retorno	Tamanho das Cúspides	Presença de bancos múltiplos	Classif.
Meia Praia	Norte	10 a 80m	0	20m	não	LTT
	Central	10 a 40m	0	20m		LTT
	Sul	0 a 20m	0	10 a 25m		LTT
Bombas	Norte	30 a 60m	6	20 a 30m	não	TBR
	Central	30 a 60m	2 a 7	15 a 20m		TBR
	Sul	20 a 50m	2 a 5	1 a 15m		TBR
Mariscal	Único	30 a 200m	5 a 10	24 a 75m	sim	LTT
Palmas	Norte	25 a 55m	6 a 9	10 a 40m	não	TBR

	Central	15 a 70m	3 a 6	10 a 25m		TBR
	Sul	0 a 35m	0 a 3	ausente		TBR
Brava	Norte	20 a 90m	4 a 5	15 a 170m	sim	TBR
	Sul	0 a 90m	1 a 3	10 a 100m		TBR
Ingleses	Norte	30 a 75m	3 a 5	15 a 40m	não	LTT
	Central	25 a 35m	1 a 7	10 a 20m		LTT
	Sul	0 a 15m	0	10 a 20m		R
Santinho	Norte	90 a 100m	3 a 4	ausente a 120m	sim	TBR
	Central	90 a 100m	2 a 4	50 a 100m		TBR
	Sul	60 a 90m	1 a 6	30 a 100m		TBR
Joaquina	Único	50 a 180m	4 a 9	15 a 60m	sim	TBR
Novo Campeche	Norte	30 a 120m	1 a 5	50 a 200m	sim	TBR
	Central	30 a 100m	1 a 5	30 a 160m		TBR
	Sul	20 a 60m	1 a 4	20 a 50m		TBR
Campeche	Norte	15 a 100m	4 a 7	100 a 200m	não	TBR
	Central	15 a 90m	0 a 2	50 a 90m		TBR
	Sul	0 a 80m	2 a 7	20 a 90m		TBR
Praia do Sonho	Norte	0 a 10m	0 a 2	ausente a 15m	não	LTT
	Central	0 a 20m	0	ausente a 60m		R
	Sul	0 a 10m	0	10 a 15m		R
Guarda do Embaú	Norte	40 a 100m	5 a 11	30 a 50m	sim	LBT
	Central	50 a 65m	0 a 11	30m		LBT
	Sul	30 a 50m	0 a 3	30m		LBT
Ferrugem	Único	90 a 150m	5 a 9	30 a 40m	sim	LBT
Rosa	Único	100 a 200m	10 a 13	25 a 50m	sim	RBB

Grande parte das praias analisadas apresentaram características que levaram à mesma classificação proposta pelo Prof. Andrew Short, com exceção das praias de Ingleses e Praia do Sonho.

Na praia de Ingleses (Figuras 19), a análise das feições no setor sul da praia não demonstrou em nenhuma das imagens a presença de banco ou correntes de retorno. Isso indica que esta parte se encontra em estágio refletivo e não Terraço de Maré Baixa como sugerido na classificação preliminar. A classificação proposta concorda com Faraco (2003) que classificou a praia como Intermediária e com Silveira *et al.* (2011) que classificou a praia como refletiva.

Já no caso da Praia do Sonho, classificada preliminarmente como Refletiva, observou-se a presença de uma pequena zona de surfe na porção norte da praia (Figuras 20 e 21). Este setor então apresenta estágio intermediário do tipo Terraço de Maré Baixa.

A praia da Guarda do Embaú, apesar de ser considerada do tipo Bancos e Cavas Longitudinais, na imagem de satélite de 2006 foi observada a presença de bancos com características rítmicas no setor norte (Figura 22). Isso pode estar relacionado ao clima de ondas do período em que a imagem foi adquirida.

É importante deixar claro que a metodologia adotada para as classificações apresenta limitações, uma vez que o mapeamento das feições é baseado em imagens de satélite que representam o estado da praia conforme o clima de ondas do momento em que a imagem foi obtida pelo satélite. Este não é um estado permanente e as variações no clima de ondas não são consideradas. Apesar dos mapeamentos terem sido realizados com base em imagens de três datas diferentes, não é possível afirmar que as praias não vão apresentar estágios morfodinâmicos diferentes em outras datas. No entanto, apesar de algumas disparidades, a comparação com trabalhos anteriores mostrou que a metodologia utilizada representou bem os estágios morfodinâmicos das praias deste estudo.

Outra limitação é quanto à identificação dos bancos. Existe a possibilidade dos bancos quando mapeados pela identificação da espuma resultante da quebra das ondas serem confundidos com áreas de espraiamento com baixa declividade.

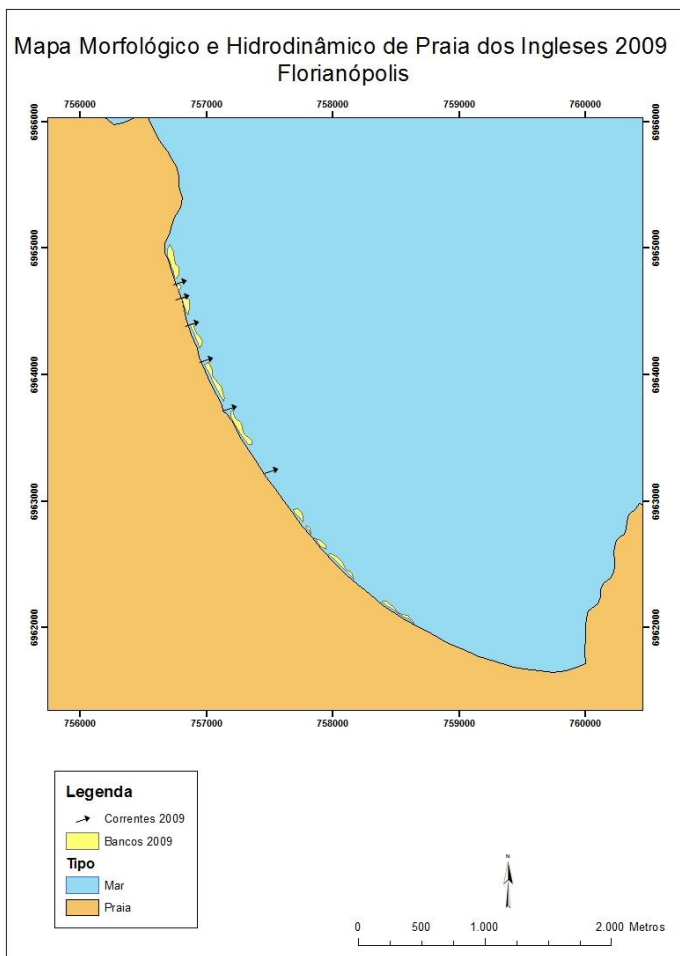


Figura 19: Mapa das feições morfológicas de Ingleses. Exemplo ano de 2009.

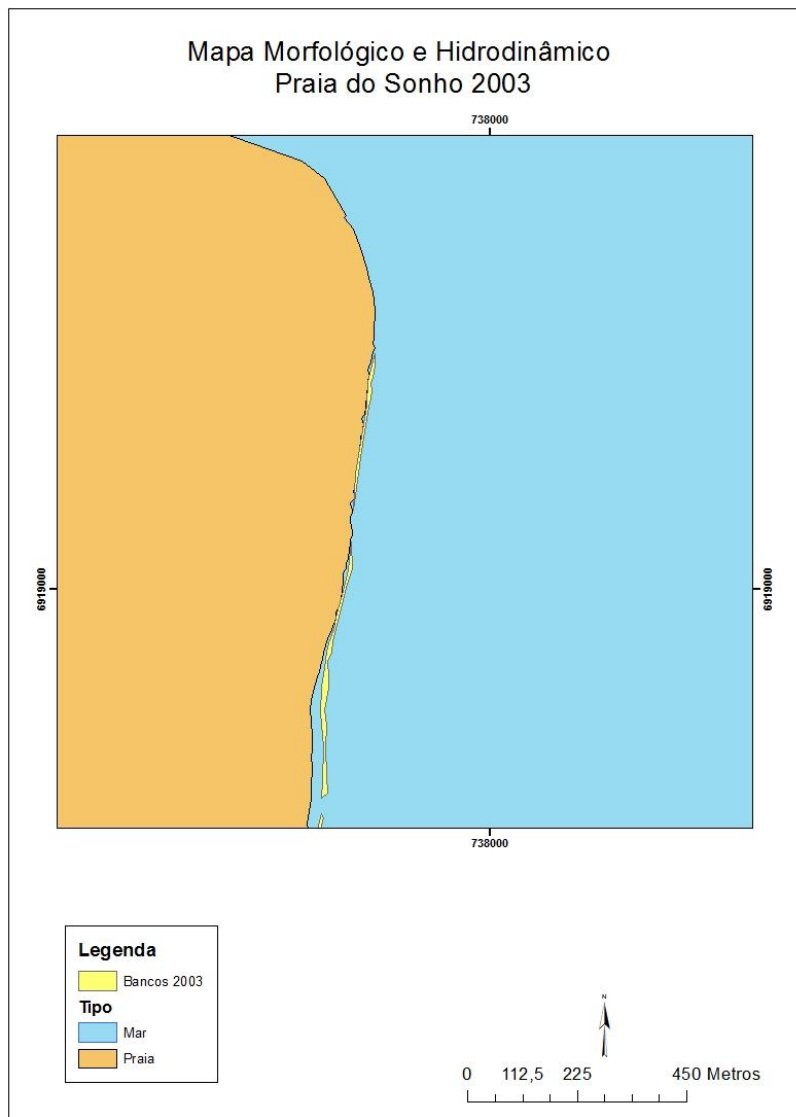


Figura 20: Feições morfológicas do setor norte da Praia do Sonho. Exemplo ano de 2003.

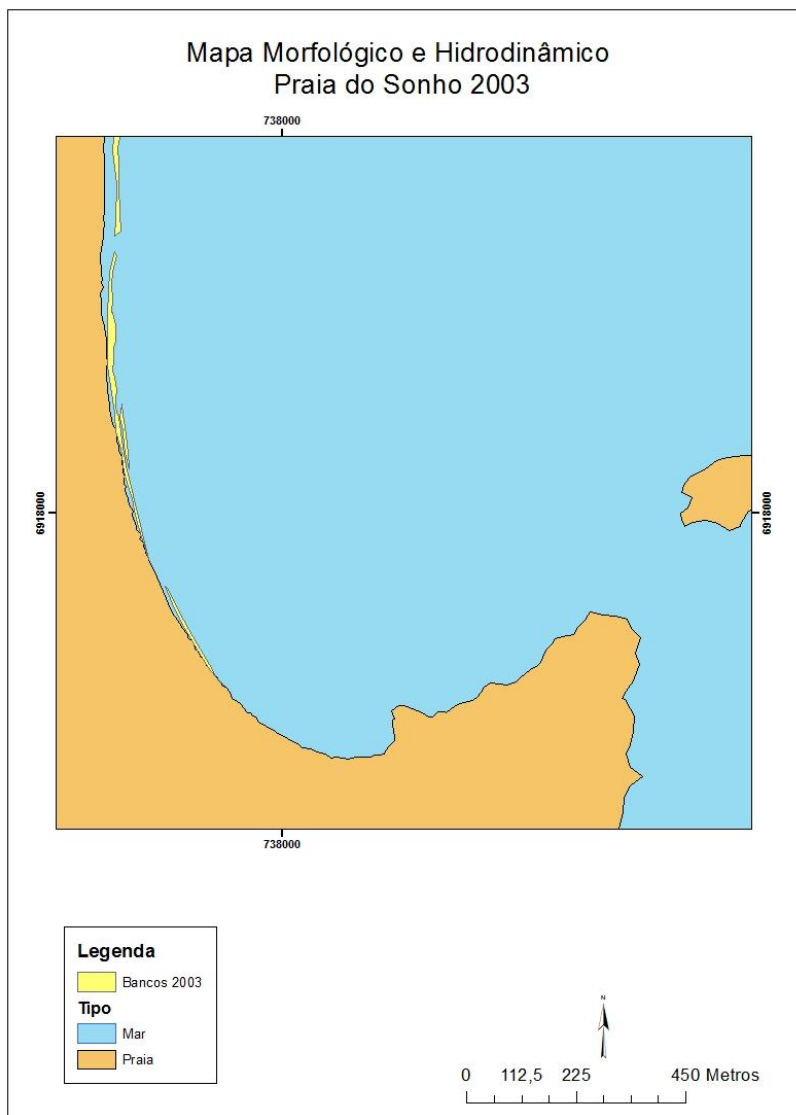


Figura 21: Feições morfológicas dos setores central e sul da Praia do Sonho. Exemplo ano de 2003.

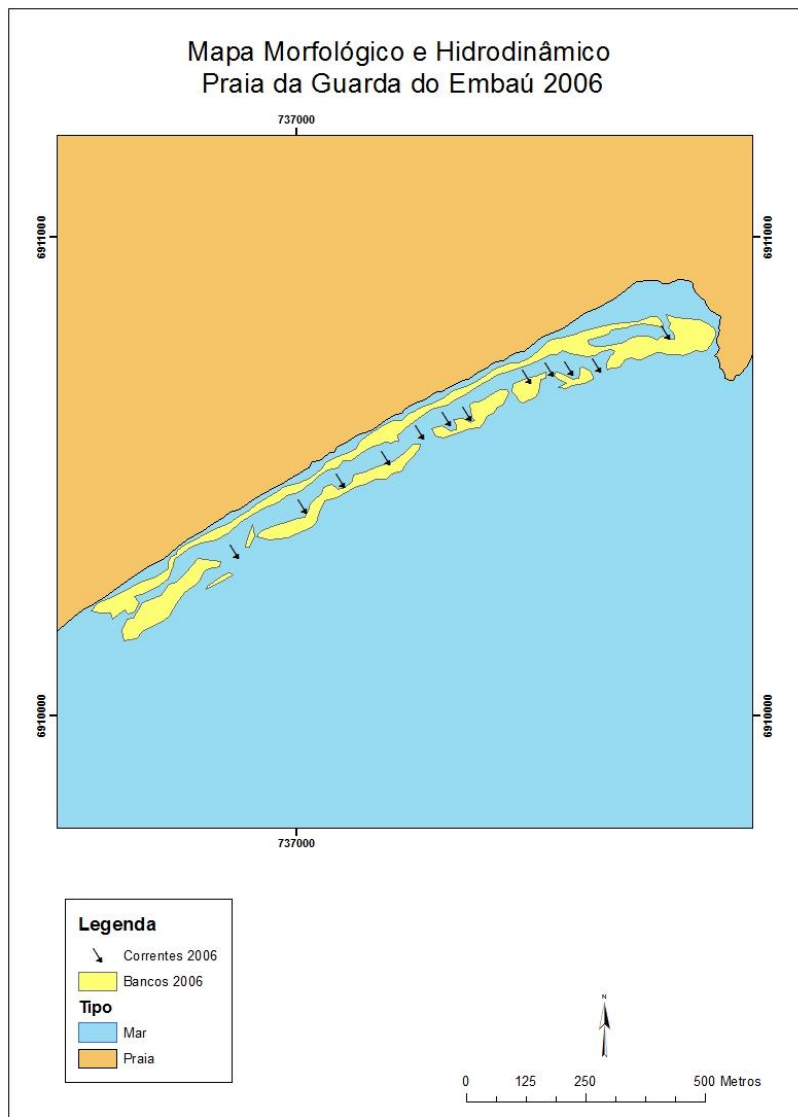


Figura 22: Mapeamento da Guarda do Embaú de 2006.

6.4. ANÁLISE DO PERIGO AO BANHISTA

6.4.1. Altura de Quebra das Ondas

Os valores de moda da altura de onda obtidos a partir da base de dados do SMC Brasil para cada setor das praias estão apresentados na Tabela 5.

Os valores de H_s obtidos variaram de 0,2 a 1,25. Os menores valores de altura significativa se deram na praia da Praia do Sonho (Baía Sul de Florianópolis) e os maiores valores nas praias Brava, Ingleses, Joaquina e Ferrugem.

Houve grande diferença entre as profundidades em que os dados foram obtidos. Como dito anteriormente foram escolhidos os pontos mais próximos a cada praia, no entanto, não foi possível padronizar as profundidades em que estes dados foram obtidos, uma vez que se dependia dos limites da base de dados do SMC Brasil. Ainda assim, os valores de altura de onda extraídos dos SMC conferem com os valores de altura de quebra de outros trabalhos. Como na praia de Ingleses, por exemplo. Faraco (2003) fez a análise visual das alturas de quebra da praia de Ingleses e os valores obtidos são semelhantes aos demonstrados aqui: valores de até 0,5m na parte sul, valores de 0,5 a 1,20 na parte norte. Ocorre o mesmo com os dados de Ingleses comparados ao de Oliveira (2014), onde em seus estudos encontrou 0,76m no setor norte de Ingleses e 0,3m para o setor sul. Na praia do Santinho 1,05m no setor norte e 0,69m no setor sul. Praia do Campeche 1,12m a 0,81m , dados que são semelhantes aos encontrados nesse trabalho.

**Tabela 5: Altura de onda predominantes nos diferentes setores das praias.
(Dados: SMC-Brasil).**

Praia	Setor	Long	Lat	z	Hs(m)
Meia Praia	Norte	737445.64	7000031.67	6.3	0.5
	Central	738390.69	6997011.14	2.0	0.5
	Sul	741358.70	6994952.23	2.9	0.3
Mariscal	Único	748313.68	6991812.58	4.4	0.7
Bombas	Norte	747411.29	6996835.11	13.9	0.75
	Central	747391.40	6995834.6	5.8	0.5
	Sul	748393.63	6995814.63	14.9	0.5
Palmas	Norte	744010.28	6976884.46	7.5	0.75
	Central	743990.51	6976884.46	9.1	0.75
	Sul	743970.73	6974883.43	3.9	0.50
Brava	Norte	756831.79	6967615.4	11.6	1.20
	Sul	756810.90	6966614.82	11.0	1.00
Ingleses	Norte	757768.88	6964592.73	12.1	0.75
	Central	758747.58	6964592.73	12.0	0.75
	Sul	759726.12	6962549.44	5.0	0.5
Santinho	Norte	760683.24	6960527.05	9.1	1.00
	Central	760661.99	6959526.44	16.5	1.20
	Sul	760640.73	6958525.83	17.1	1.00
Joaquina	Único	751256.17	6939702.66	11.2	1.00
Novo Campeche	Norte	750237.92	6938722.62	6.4	1
	Central	749199.33	6936741.93	4.3	0.75
	Sul	749158.32	6934740.76	9.1	0.5
Campeche	Norte	748140.62	6933760.59	4.5	0.75
	Central	747102.71	6931779.76	11.2	1
	Sul	746065.12	6929798.86	5.9	0,75
Praia do Sonho	Norte	737893.83	6919952.53	7.4	0.20
	Central	737874.13	6918951.98	3.0	0.35
	Sul	737854.43	6917951.42	3.4	0.50
Guarda	Norte	736701.42	6909966.56	5.1	0.8
	Central	735667.07	6907984.97	12.6	0.9
	Sul	734652.5	6907003.87	8.3	0.75
Ferrugem	Único	733345.87	6891014.30	5.1	1.25
Rosa	Único	732254.98	6886030.82	7.3	0.75

6.4.2. Análise de Perigo ao Banhista

Após a classificação setorizada, os graus de perigo foram calculados para as praias estudadas. Os mapas de perigo estão demonstrados no Apêndice B. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Grau de perigo nas praias estudadas.

Praia	Setor	Classificação Setorizada	Hs(m)	Grau de Perigo
Meia Praia	Norte	Terraço de maré baixa	0.5	3
	Central	Terraço de maré baixa	0.5	3
	Sul	Terraço de maré baixa	0.3	3
Bombas	Norte	Bancos e correntes transversais	0.75	5
	Central	Bancos e correntes transversais	0.5	4
	Sul	Bancos e correntes transversais	0.5	4
Mariscal	Único	Terraço de maré baixa	0.7	4
Palmas	Norte	Bancos e correntes transversais	0.75	4
	Central	Bancos e correntes transversais	0.75	4
	Sul	Bancos e correntes transversais	0.50	4
Brava	Norte	Bancos e correntes transversais	1.20	5
	Sul	Bancos e correntes transversais	1.00	5
Ingleses	Norte	Terraço de maré baixa	0.75	3
	Central	Terraço de maré baixa	0.75	3
	Sul	Refletiva	0.5	3
Santinho	Norte	Bancos e correntes transversais	1.00	5
	Central	Bancos e correntes transversais	1.20	5
	Sul	Bancos e correntes transversais	1.00	5
Joaquina	Único	Bancos e correntes transversais	1.00	5
Novo Campeche	Norte	Bancos e correntes transversais	1	4
	Central	Bancos e correntes transversais	0.75	4
	Sul	Bancos e correntes transversais	0.5	4
Campeche	Norte	Bancos e correntes transversais	0.75	4
	Central	Bancos e correntes transversais	1	4
	Sul	Bancos e correntes transversais	0.75	5

Praia do Sonho	Norte	Terraço de maré baixa	0.20	3
	Central	Refletiva	0.35	3
	Sul	Refletiva	0.50	3
Guarda do Embaú	Norte	Banco e cava longitudinais	0.8	5
	Central	Banco e cava longitudinais	0.9	5
	Sul	Banco e cava longitudinais	0.75	5
Ferrugem	Único	Bancos e correntes transversais	1.25	5
Rosa	Único	Bancos e Praias Ritmicos	0.75	5

Com um olhar geral, as praias apresentaram graus de perigo de baixo a moderado, considerando toda a escala da metodologia adotada. Isso demonstra que o estágio morfodinâmico e a altura de onda não são determinantes para um alto número de registro de arrastamentos e sim a quantidade de banhistas que costumam frequentar a praia. Hoefel (1998) apresenta que a maioria das ocorrências podem estar relacionadas a praias com maior número de banhistas e também praias que oferecem segurança aos banhistas que por sua vez acabem se descuidando e sofrendo algum tipo de dano.

Os graus de perigo variaram de 3 a 5 entre as praias deste estudo. Maior grau de perigo foi observado nas praias de Bombas (setor norte), Brava, Santinho, Joaquina, setor sul da praia do Campeche, norte da Praia do Novo Campeche, Guarda do Embaú, Ferrugem e Rosa. Todas com alturas de onda maiores que 0,75m. Ao mesmo tempo, quase todas (com exceção da praia do Rosa) apresentam estágio intermediário do tipo Bancos Transversais e Correntes de Retorno, que de acordo com Short (2000) é o tipo de praia que apresenta maiores ocorrências de afogamento.

Os menores graus de perigo se apresentaram em Meia Praia, Ingleses e Praia do Sonho. Meia Praia e Praia do Sonho foram as praias que apresentaram menores valores de altura de onda. Além disso, Meia Praia foi classificada como Terraço de Maré Baixa, assim como Ingleses. De acordo com Short (2000), estas são as praias mais seguras desde que apresentem alturas menores que 1m, o que é o caso de Ingleses e Meia Praia.

As praias de Bombas e Brava foram aquelas que apresentaram maior número de ocorrências de arrastamento e estão entre as praias com maior grau de perigo. No entanto, Novo Campeche também apresentou maior grau de perigo e foi a praia com menos ocorrências

das praias selecionadas. Isso demonstra que a metodologia adotada quantifica o perigo e não o risco, uma vez que não considera o fator homem na análise. Isso reforça o que foi apresentado por Short (2000) ao propor a metodologia, dizendo que esta só é válida se considerar os banhistas na praia. De acordo com Mocelin (2006) uma praia altamente perigosa pode não apresentar risco algum se não for frequentada por banhistas.

Short (1999) propõe a quantificação do risco relacionando o grau de perigo com a quantidade de banhistas na praia, no entanto este cálculo não foi realizado neste trabalho.

7. CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou a estruturação de uma base de dados em formato SIG para as praias de Santa Catarina, contendo dados morfológicos e imagens e a análise do grau de perigo para 14 praias de Santa Catarina.

A base de dados apresentada proporciona uma análise rápida e eficiente das características das praias do Estado, permitindo uma análise espacial das características das praias. Além disso, características podem ser adicionadas às tabelas de atributos permitindo análises extras.

A classificação proposta pelo Prof. Andrew Short foi confirmada com o mapeamento realizado neste estudo, com exceção de duas praias (Ingleses e Praia do Sonho) que apresentaram variação no estágio morfodinâmico em sua extensão. É importante deixar claro que a metodologia adotada para as classificações apresenta limitações, uma vez que o mapeamento das feições é baseado em imagens de satélite que representam o estado da praia conforme o clima de ondas do momento em que a imagem foi obtida pelo satélite. Este não é um estado permanente e as variações no clima de ondas não são consideradas. Apesar dos mapeamentos terem sido realizados com base em imagens de três datas diferentes, não é possível afirmar que as praias não vão apresentar estágios morfodinâmicos diferentes em outras datas. No entanto, apesar de algumas disparidades, a comparação com trabalhos anteriores mostrou que a metodologia utilizada representou bem os estágios morfodinâmicos das praias deste estudo.

Outra limitação nesse trabalho foi a ausência de dados de sedimentos importantes na classificação do estágio morfodinâmico da

praia. Porém o método se mostrou eficiente para uma classificação remota e se coloca como alternativa para estudos onde não se possui dados da área trabalhada.

As praias do Estado de Santa Catarina apresentaram graus baixos a moderados de perigo (escala 5 no máximo).

A metodologia adotada se mostrou eficiente na classificação do perigo ao banhista. No entanto não foi possível tirar conclusões quanto o risco aos banhistas uma vez que o fator “homem” não foi considerado nas análises.

8. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M.G.; CALLIARI, L.J. & PINHEIRO, L.S. **Análise dos principais riscos associados ao banho de mar na praia do Futuro, Fortaleza-CE.** Brazilian Journal and Aquatic Sciences and Technology, 13(2). 2009.

ALVES, J.H.G.M. **Refração do espectro de ondas oceânicas em águas rasas: Aplicações à região costeira de São Francisco do Sul, SC.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996.

ALLEN, D.Y. A Mirror of Our World: Google Earth and the History of Cartography. MAGERT – ALA Map and Geography Round Table. v. B, n. 12, 15p. 2007. Disponível em: <http://purl.oclc.org/coordinates/b12.pdf>. Acesso em: 10/jul/2014.

ARAÚJO C.E.S., FRANCO D., MELO E., PIMENTA F. **Wave Regime Characteristics of The Southern Brazilian Coast.** Proceedings of the sixth international conference on coastal and port engineering in developing countries, Proceedings COPEDEC VI, Colombo, Sri Lanka. Paper 097; p 15. 2003

BASCO, D.R. Surfzone Currents. **Coastal Engineering.** v. 7, n.4, pp.331-355. 1983.

BOOIJ, N.; HOLTHUIJSEN, L.H.; RIS, R.C. A third-generation wave model for coastal regions. 1 Model description and validation. **Journal of Geophysical Research.** v. 104, n. C4, pp.7649-7666. 1999.

CALLIARI, et al Morfodinâmica praial: uma breve revisão. Rev. bras, oceanogr.. 51(único):63-78. 2003

CARVALHO, M.P. **Fatores meteorológicos, oceanográficos, morfodinâmicos, geológicos e urbanos relacionados à incidência de afogamentos nas praias da costa Atlântica de Salvador.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências. Salvador, Universidade Federal da Bahia:167pp. 2002.

CARVALHO, C.S; MACEDO, E.S.; OGURA, A.T. 2007. **Mapeamento de Ricos em Encostas e Margens de Rios**. Brasília. Ministério das Cidades/Instituto de Pesquisas Tecnológicas-IPT. 176p.

CAZETTA, V. Educação visual do espaço e o Google Earth. In: ALMEIDA, R.D (org). **Novos rumos da cartografia escolar: currículo, linguagem e tecnologias**. São Paulo: Contexto, 2011. p. 177-186.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Human Geography**, 20, 4, p.529-539. 1996.

DOLAN, A.H. e WALKER, I. J. Understanding vulnerability of coastal communities to climate change related risks. **Journal of Coastal Research**, SI 39 (Proceedings of the 8th International Coastal Symposium), pg – pg. Itajaí, SC – Brazil. 2003.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Satélites de Monitoramento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

FARACO, K.R. **Comportamento morfodinâmico e sedimentológico da Praia dos Ingleses - Ilha de Santa Catarina - SC, durante o período de 1996 - 2001**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

GHERARDI, D. F. M.; CARVALHO, M. **A utilização de imagens orbitais para a conservação e gestão ambiental da zona costeira**. In: SOUZA, R. B. *Oceanografia por satélites*. 2. ed. atual. eampl. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 382p.

GUZA, R.T.; INMAN, D.L. Edge waves and beach cusps. **Journal of Geophysical Research**, v. 8, n.21, p.2997–3012, 1975.

HOEFEL, F. G. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica**. Itajaí: Editora da Univali, 1998.

HOEFEL, F.G.; KLEIN, A.H. Beach Safety Issue at Oceanic Beaches of Central Northern Coast of Santa Catarina, Brazil: magnitude and nature. **Journal of Coastal Research**, v. 6, n. 4, p.155-166, 1998.

HOEFEL, F.G. & KLEIN, A.H.F. **Environmental and social decision factors of beach safety in the central northern coast of Santa Catarina, Brazil.** Notas Téc. FACIMAR. 2: 155-166. 1998.

IH CANTABRIA, INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) (Ed). **Sistema de Modelagem Costeira, SMC: Documento Temático – Ondas.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2013. No prelo.

INPE – **Introdução à ciência da geoinformação.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2001.

KLEIN, A.H.F., MEDEIROS, R. P., **Relatório Final Projeto segurança nas praias** Verão 1997/1998.

KLEIN, A.H.F., MENEZES, J. T., **Beach Morphodynamics and profiles sequence for a headland bay coast.** *Jornal of Coastal Reserch.* Vol 17 (4), p 198-215, 2001.

KLEIN, A.H.F; SANTANA, G.G.; DIEHL, F.L. & MENEZES, J.T. **Analysis of hazards associated with sea bathing: results of five years work in oceanic beaches of Santa Catarina state, southern Brazil.** *Journal of Coastal Research.* 35(SI): 107-116. 2003.

KLEIN, A.H.F., **Morphodynamics of Headland Bay Beaches Examples from the coast of Santa Catarina State, Brazil.** 257 f. Tese – Universidade de Algarve. Faro: 2004.

KLEIN, A. H. F.; MOCELLIM O.; MENEZES, J. T.; BERRIBILLI, M.; VINTÉM, G.; DAFFERNER, G.; DIEHL, F. L.; SPERB, R. M.; SANTANA, G. G. BEACH. Safety Management on the Coast of Santa Catarina, **Brazil. Z. Geomorph.** v.141, p.47-58, 2005.

LEAL, M.M.V. **Percepção dos usuários quanto a erosão costeira na praia de Boa Viagem.** *Tropical Oceanography*, 31(1): 39-52. 2006.

LIMA, R. N. S. Google Earth aplicado a pesquisa e ensino da geomorfologia. **Revista de Ensino de Geografia.** v.3, p.17-30. 2012.
MACMAHAN, J.H., THORNTON, E.B., and RENIERS, A.J.H.M. Rip currents review **Coastal Engineering**, 53, 191-208 2006.

MASCAGNI, M.L. 2007. **Projeto salva-vidas – prevenção de acidentes**. In: XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, 2007, Florianópolis. Livro de Resumos - XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, 2007

MOCELLIN, O. **Determinação do Nível de Risco Público ao Banho de Mar das Praias Arenosas do Litoral Centro Norte de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2006.

MUEHE, D. 1998. **Estado Morfodinâmico Praial no Instante da Observação: uma alternativa de identificação**. Revista Brasileira de Oceanografia, 46: 157-169.

OLIVEIRA, U. R. de, BARLETTA, R. do C., PEIXOTO, J. R. V., HORN FILHO, N. O. **Características morfodinâmicas da praia do Pântano do Sul, Ilha de Santa Catarina, Brasil**. Pesquisas em Geociências, 36 (3): 237-250, mai./ago. 2009

OLIVEIRA, U. R. de, BARLETTA, R. do C., HORN FILHO, N. O. Distribuição espacial das características morfodinâmicas das praias arenosas da costa oceânica da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil Pesquisas em Geociências, 41 (2): 89-103, maio/ago. 2014

PEREIRA, P.S. & CALLIARI, L.J. 2005. **Variação morfodinâmica diária da praia do Cassino, RS, durante os verões de 2002/2003 no setor do terminal turístico**. Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 9(1): 7-11.

RIBEIRO, J. L. **Riscos Costeiros – Estratégias de prevenção, mitigação e protecção, no âmbito do planeamento de emergência e do ordenamento do território** Edição: Autoridade nacional de Protecção Civil / direcção nacional de Planeamento de Emergência 2010.

REGUERO, B. G.; MENÉNDEZ, M.; MÉNDEZ, R.; MÍNGUEZ, R. & LOSADA, I. J. A Global Ocean Wave (GOW) calibrated reanalysis from 1948 onwards. **Coastal Engineering**. v. 65, pp.38-55. 2012.

RUDORFF, N.M. **Comparação biossedimentológica entre sítios de cultivo de moluscos marinhos sob influência de diferentes condições**

hidrodinâmicas: estudo aplicado à Baía Sul, Ilha de Santa Catarina (SC). Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

Santa Catarina Turismo (SANTUR). 2013. **Programa de promoção do turismo catarinense: Estudos e pesquisas de turismo – Estudo da demanda Turística – Alta Estação 2013.** Disponível em: <<http://www.santur.sc.gov.br/images/stories/estatisticas/santa%20catarina%202013.pdf>>. Acesso em 17 jun 2013.

SCHETTINI, C. A. F.; CARVALHO, J. L. B.; JABOR, P. **Comparative hydrology and suspended matter distribution of four estuaries in Santa Catarina State – Southern Brazil.** In: Anais, Workshop on Comparative Studies of Temperate Coast Estuaries. Bahia Blanca, 1996.

SHARPLES, C. Indicative Mapping of Tasmanian Coastal Vulnerability to Climate Change and Sea-Level Rise: Explanatory Report (Second Edition); Consultant Report to Department of Primary Industries & Water, Tasmania, 173p. 2006.

SHEIBE, L.F.A. A geologia de Santa Catarina – Sinópe provisória. **GeoSul**, v. 1, p. 7-38, 1986.

SHORT, A.D. **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics.** New York: John Wiley e Sons, 1999.

SHORT, A. D. **Beaches of the New South Wales Coast: a guide to their nature, characteristics, surf and safety.** Sydney, Australia, 2000.

SHORT, A., D. **Australian Beach Safety & Management Program Surf Life Saving Australia 2002**

SILVEIRA, L. F.; KLEIN, A. H. F.2 & TESSLER, M. G. Classificação Morfodinâmica das Praias do Estado de Santa Catarina e do Litoral Norte do Estado de São Paulo Utilizando Sensoriamento Remoto. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, n.2, p.13-28. 2011.

SMC BRASIL - **Diálogos Brasil-Espanha: Sistema de Modelagem Costeira, Resumo Executivo**. In: Seminário Internacional Brasil-Espanha: A Experiência Espanhola e a Aplicação do SMC Brasil no Apoio à Gestão da Costa Brasileira, 2. Brasília: IABS, abr.2013.

SOUZA, C.R.G. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Ano 6, n.1, p. 45-61, 2005

SPILMAN, D. Afogamento – Perfil epidemiológico no Brasil ano de 2010 **Sobrasa – Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático**. 2010.

TOLMAN, H.L. A third-generation model for wind waves on slowly varying unsteady and inhomogeneous depths and currents. **Journal of Physical Oceanography**.v.21, pp. 782-797, 1991.

TSAKIRIS, G. Practical Application of Risk and Hazard Concepts in Proactive Planning. **European Water**, v 19/20, p. 47-46, 2007.

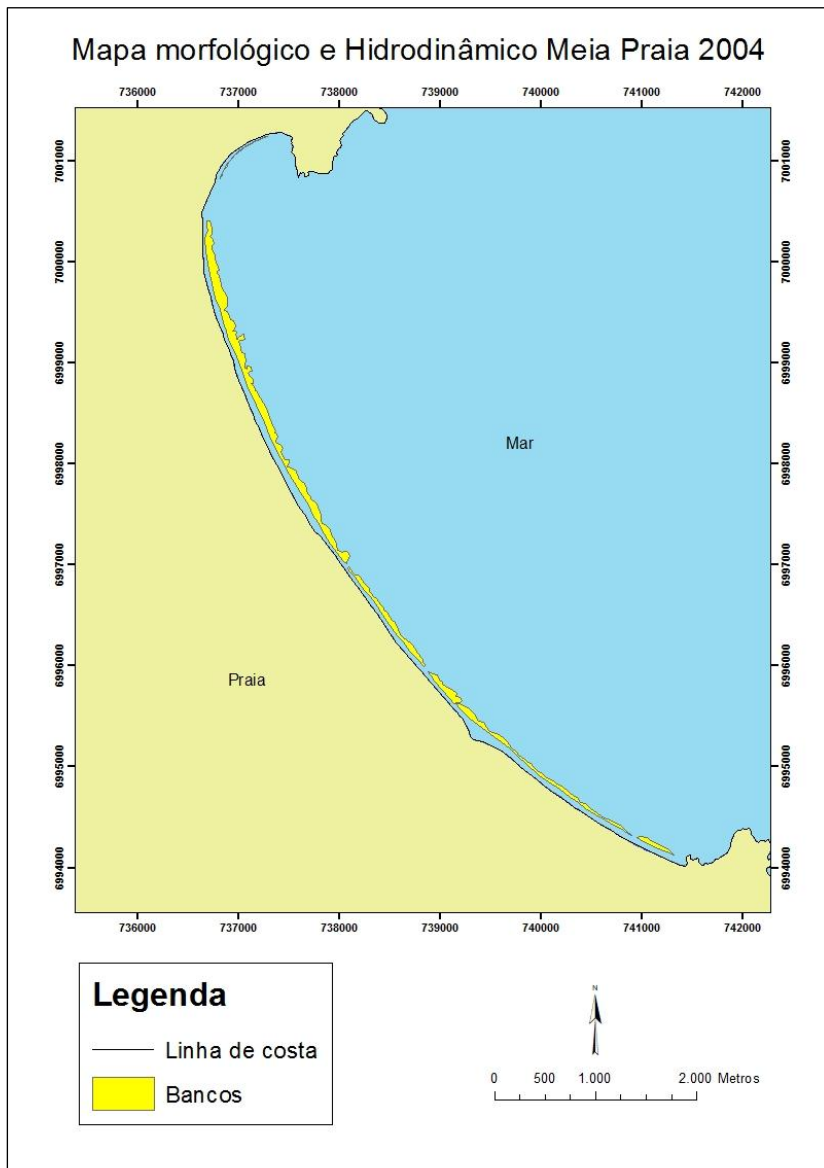
VALDATI, J. **Riscos e Desastres Naturais: A área de risco de inundação na subbacia do Rio da Pedra - Jacinto Machado/SC**. 2000. 145p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

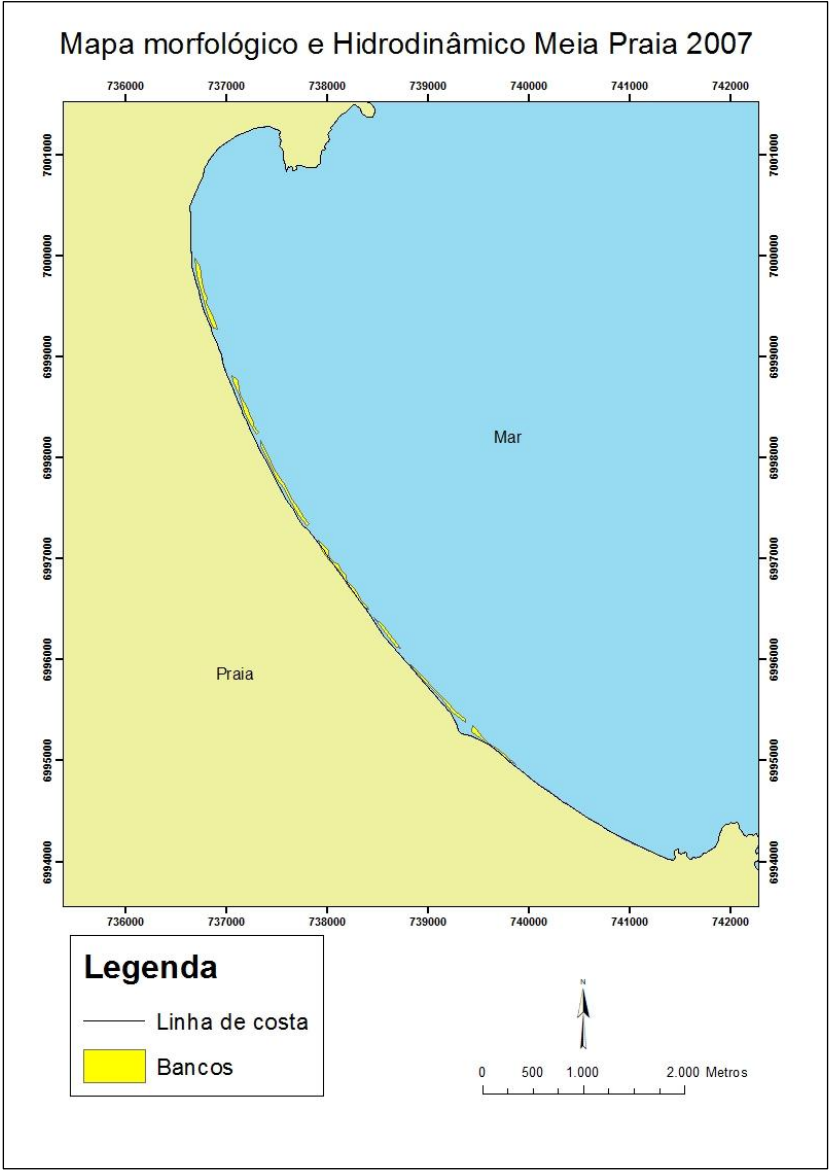
VEYRET, Y. **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

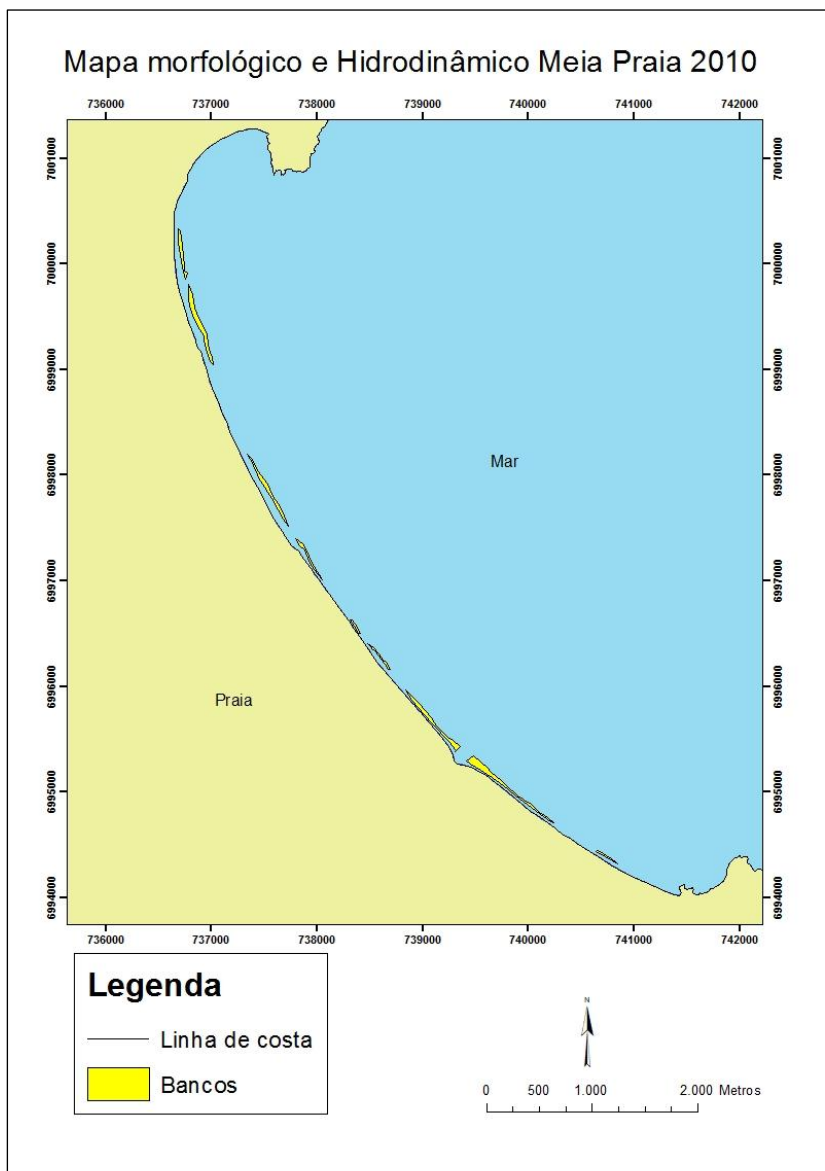
VILLWOCK, J. A. **Processos costeiros e a formação das praias arenosas e campos de dunas ao longo da costa Sul e Sudeste brasileira**. In: Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira, 1987, São Paulo. Publicação ACIESP, São Paulo, 1987.

Wright, L.D. and Short, A.D. (1984) Morphodynamic variability of beaches and surfzones: A synthesis. *Marine Geology* 56: 92-118.

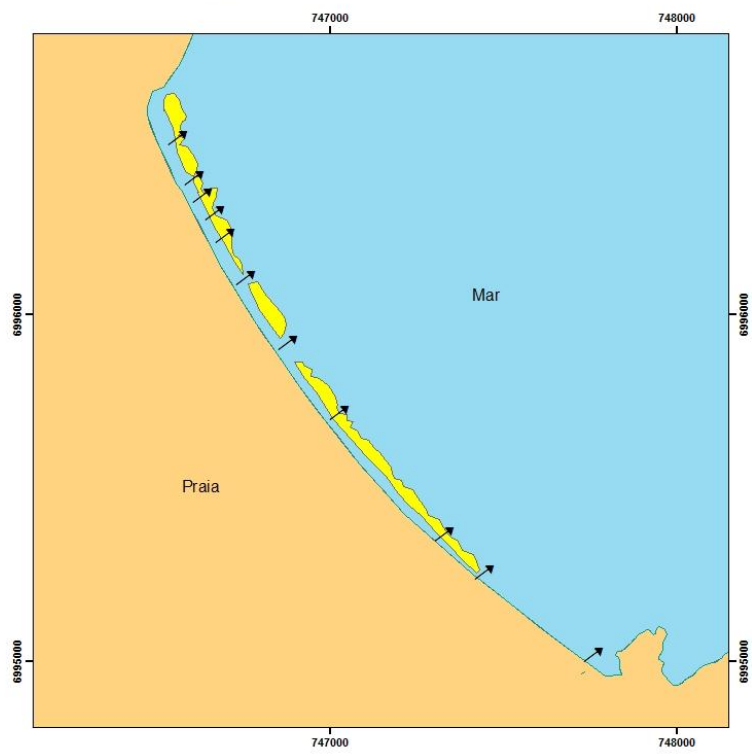
Apêndice A – Mapas da feições morfológicas das praias





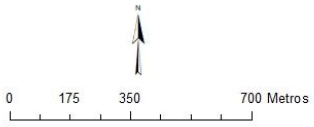


Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Bombas 2003

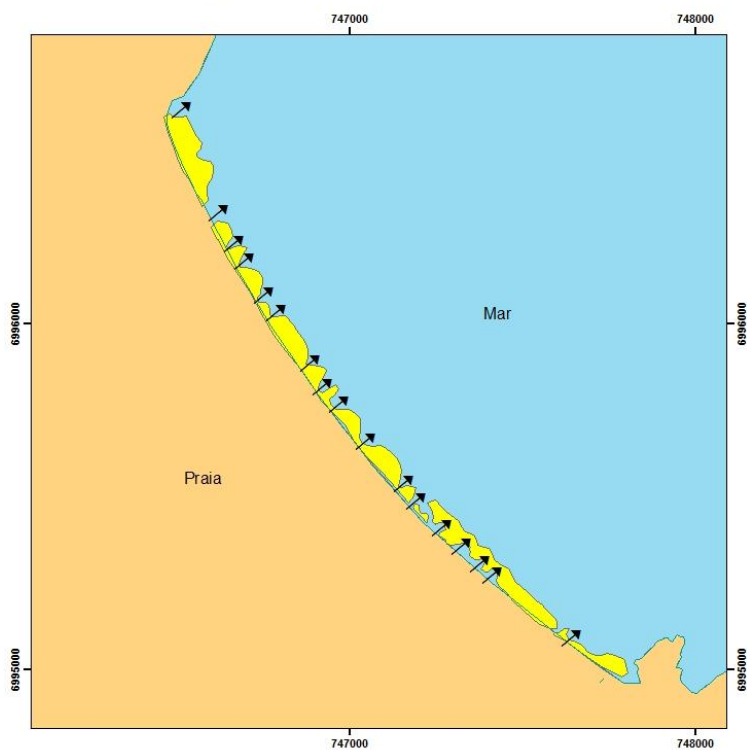


Legenda

-  CORRENTES
-  Linha de costa
-  Bancos
-  Mar
-  Praia



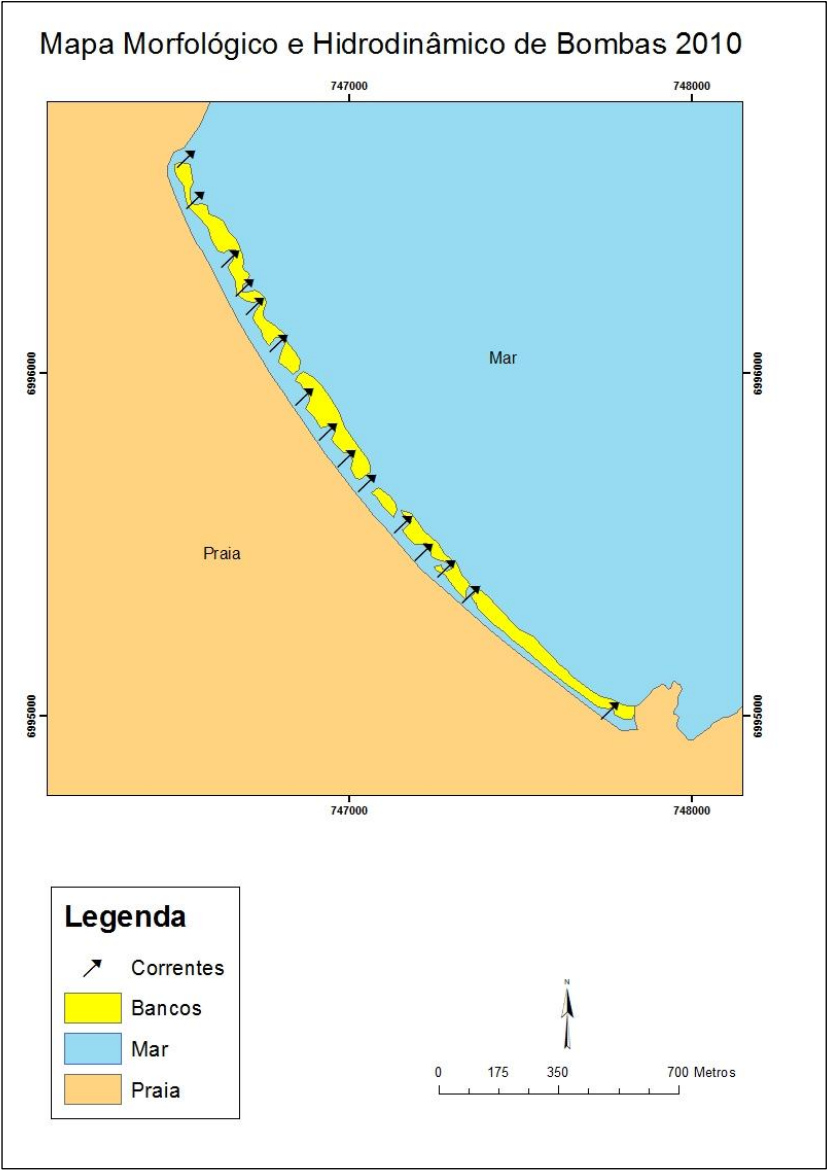
Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Bombas 2007



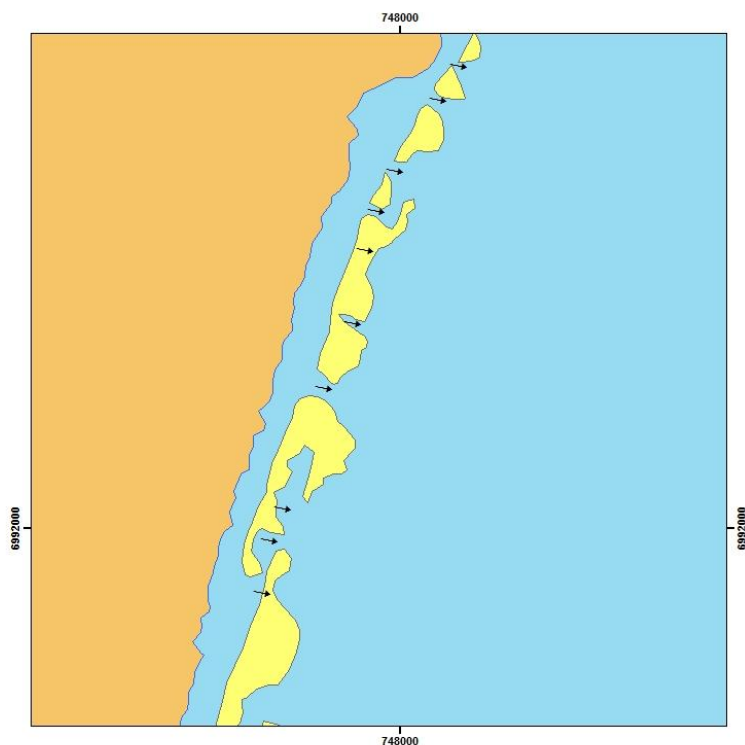
Legenda

-  Correntes
-  Linha de costa
-  Bancos
-  Mar
-  Praia





Mapa Morfológico e Hidrodinâmico Praia de Mariscal 2003



Legenda

→ Correntes 2003

■ Bancos 2003

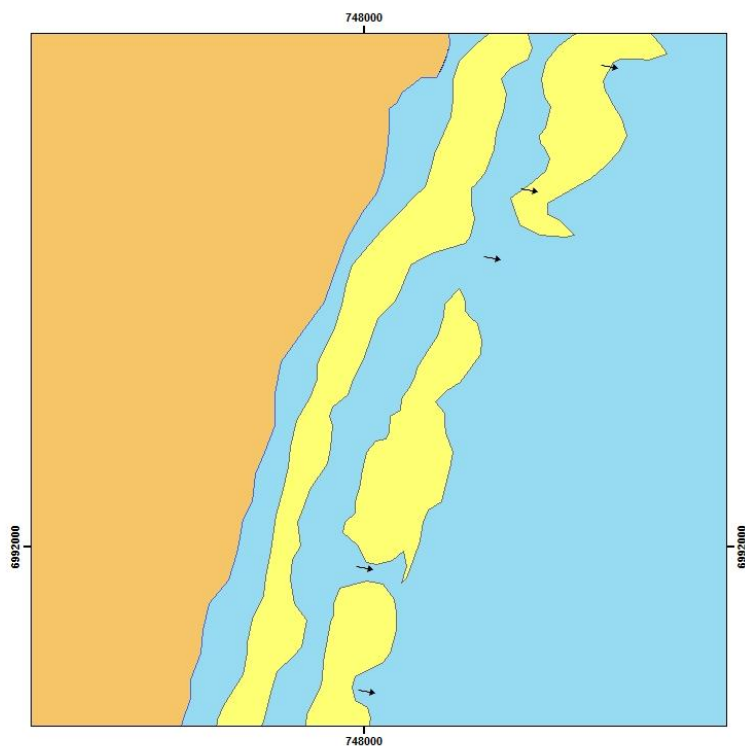
Tipo

■ Mar

■ Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico Praia de Mariscal 2010



Legenda

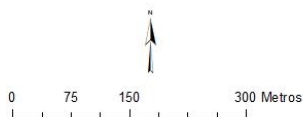
→ Correntes

Amarelo Bancos 2010

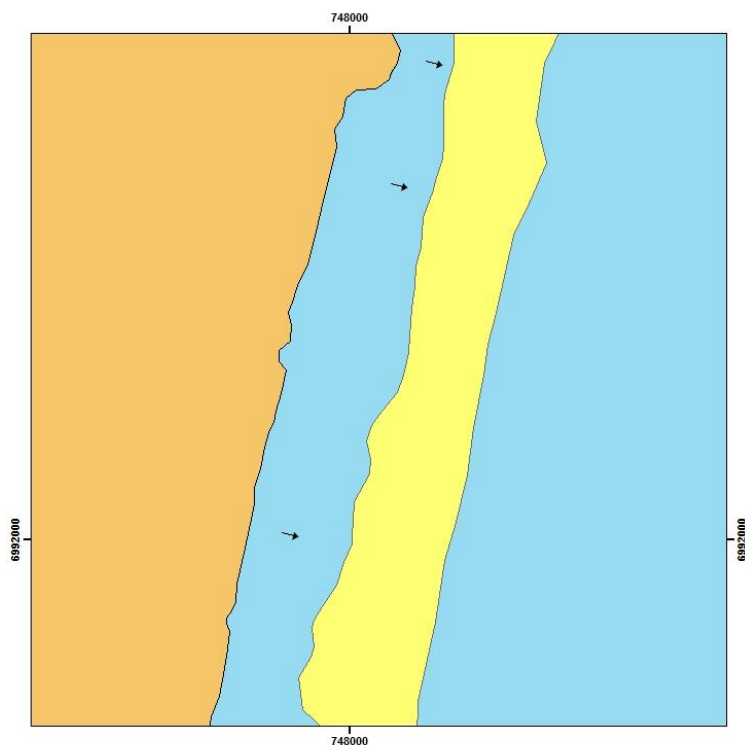
Tipo

Azul Mar

Laranja Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico Praia de Mariscal 2014



Legenda

→ Correntes 2014

■ Bancos 2014

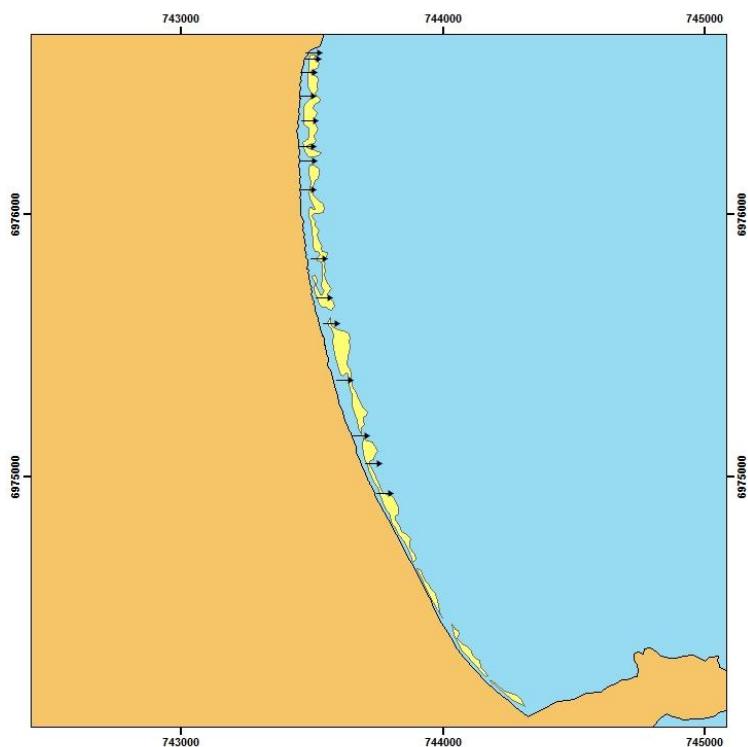
Tipo

■ Mar

■ Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico Praia de Palmas 2003

**Legenda**

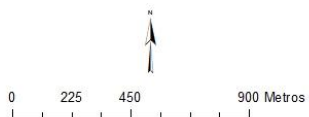
→ Correntes 2003

Bancos 2003

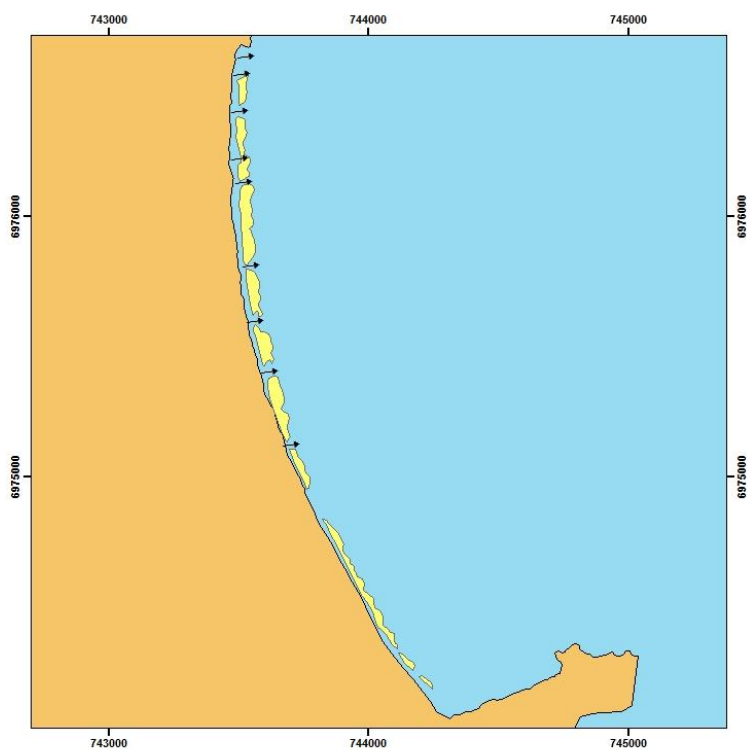
Tipo

Mar

Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico Praia de Palmas 2009

**Legenda**

→ Correntes 2009

Bancos 2009

<all other values>

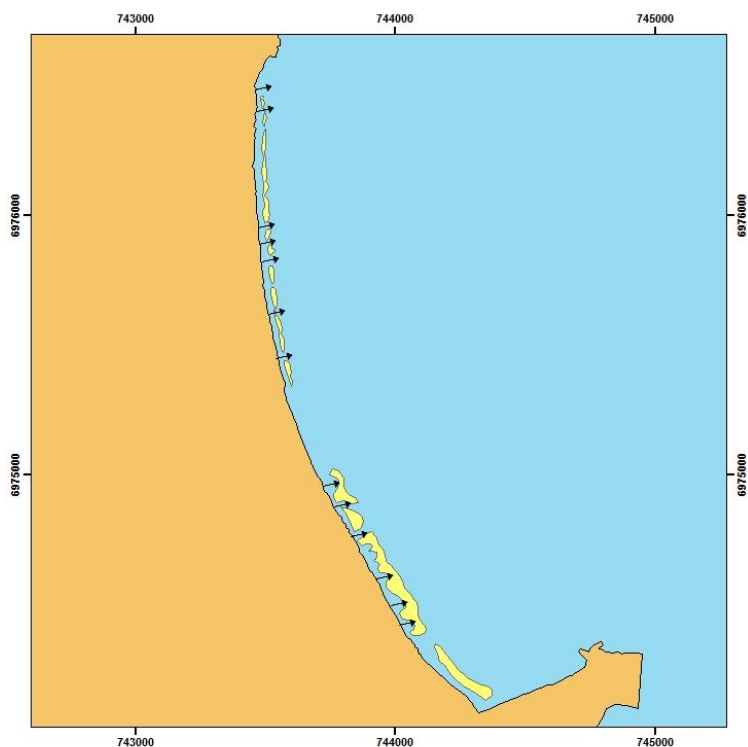
Tipo

Mar

Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico Praia de Palmas 2014

**Legenda**

→ Correntes 2014

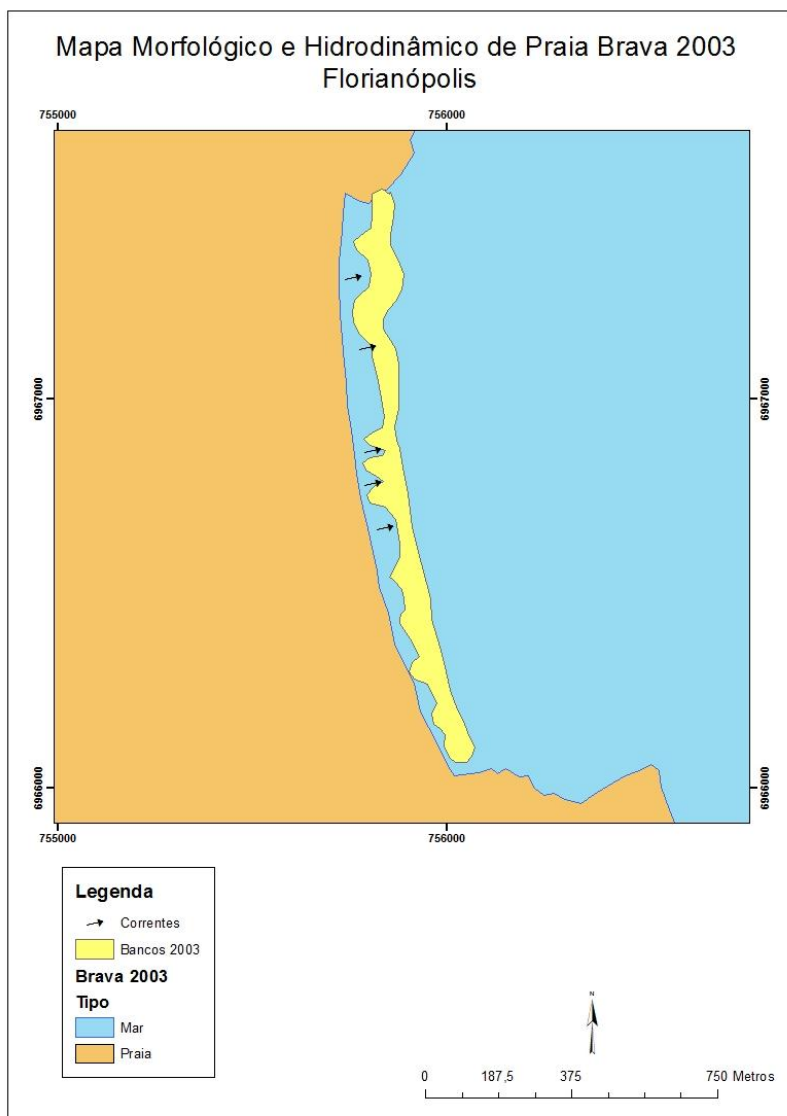
Bancos 2014

Tipo

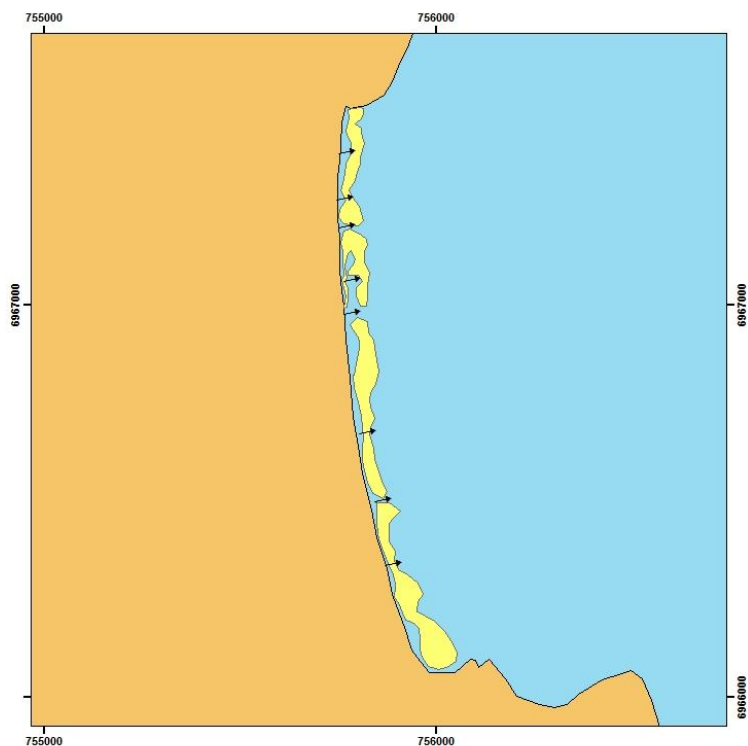
Mar

Praia





Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Praia Brava 2009 Florianópolis



Legenda

→ Correntes 2009

Bancos 2009

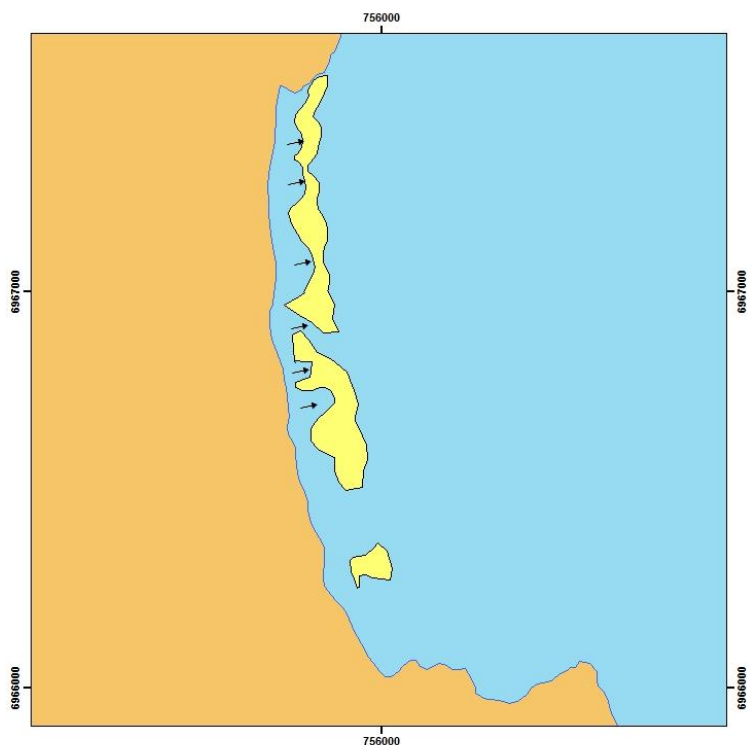
Tipo

Mar

Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Praia Brava 2012 Florianópolis



Legenda

→ Correntes 2012

■ Bancos 2012

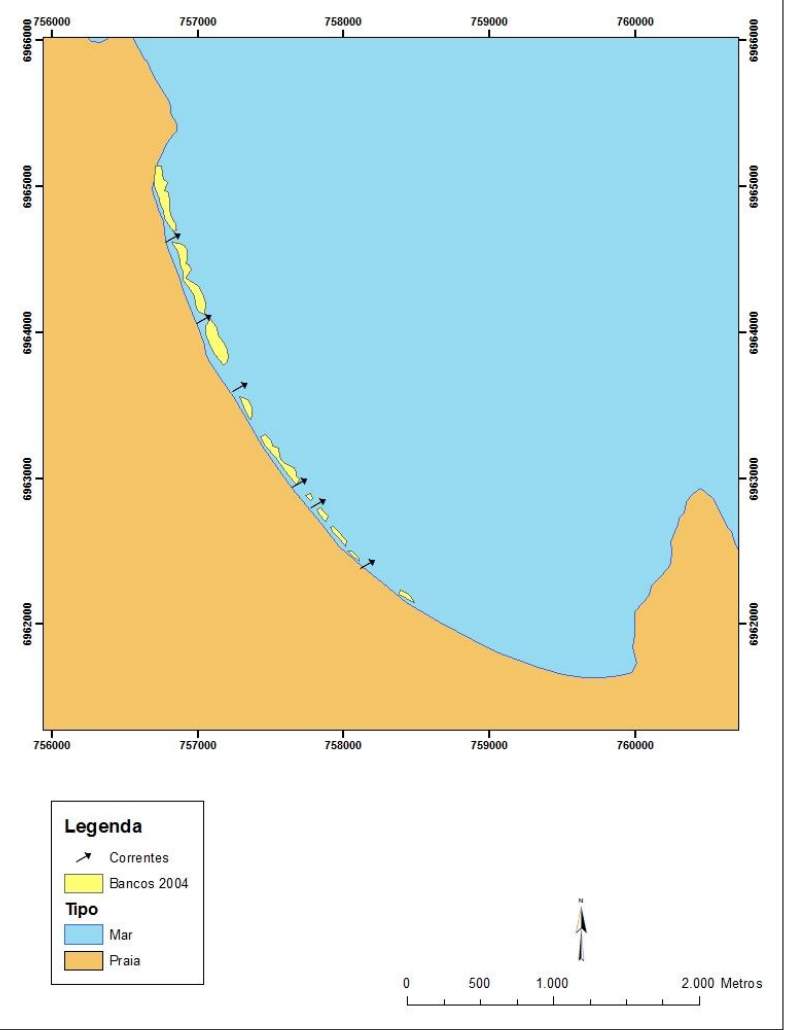
Tipo

■ Mar

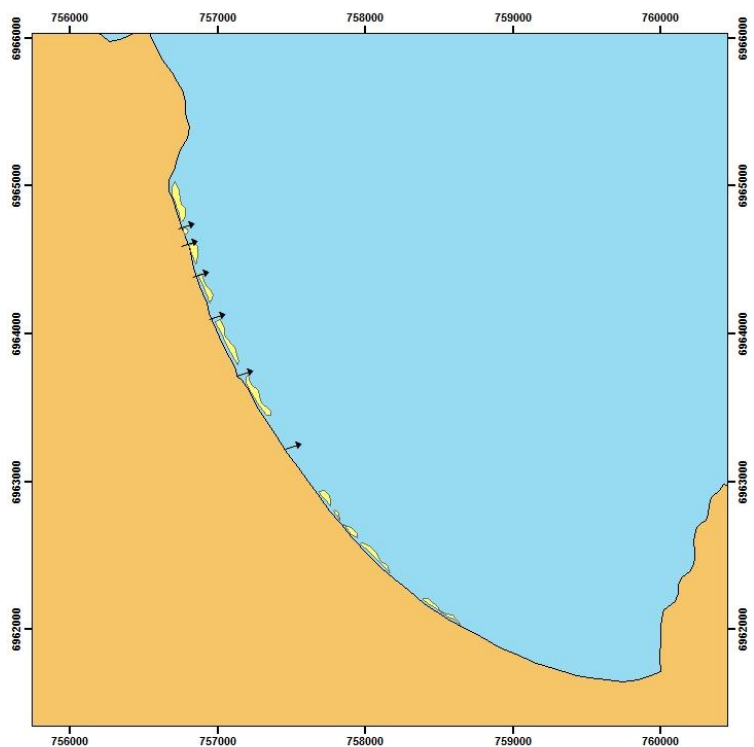
■ Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Praia dos Ingleses 2004
Florianópolis



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Praia dos Ingleses 2009 Florianópolis



Legenda

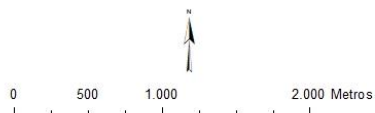
→ Correntes 2009

■ Bancos 2009

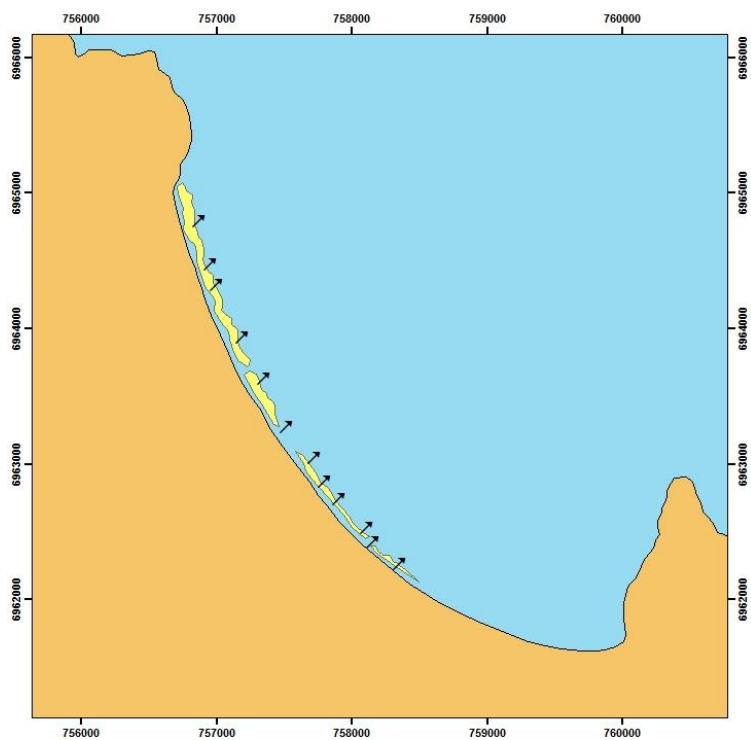
Tipo

■ Mar

■ Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Praia dos Ingleses 2013 Florianópolis



Legenda

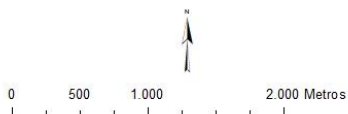
↗ Correntes 2013

■ Bancos 2013

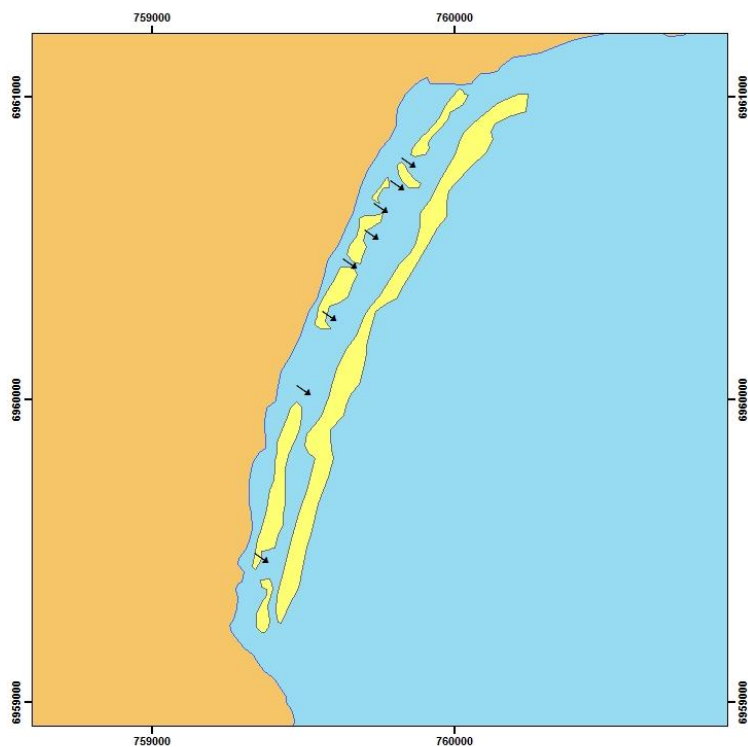
Tipo

■ Mar

■ Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Praia da Santinho 2003 Florianópolis



Legenda

Correntes 2003

Bancos 2003

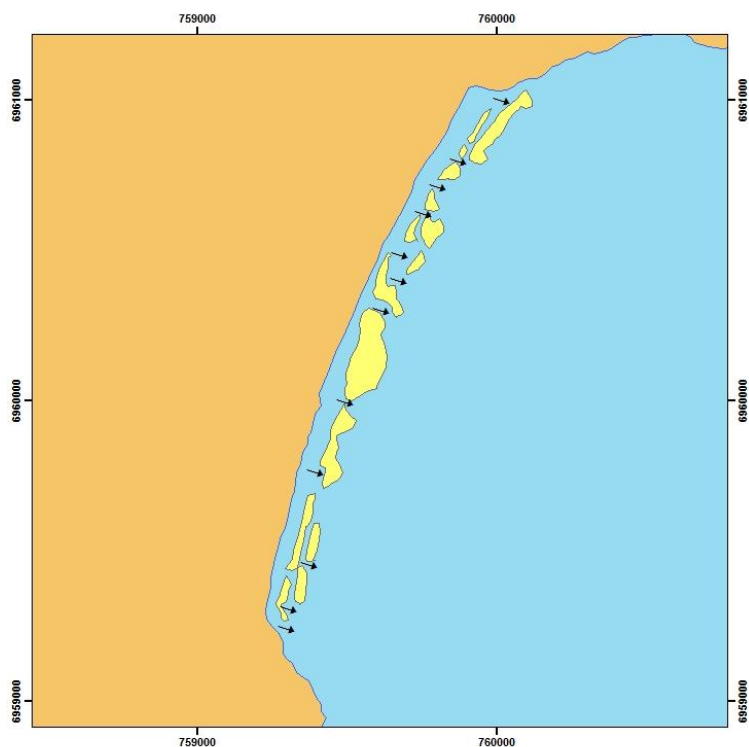
Tipo

Mar

Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Praia da Santinho 2009 Florianópolis



Legenda

→ Correntes

Bancos 2009

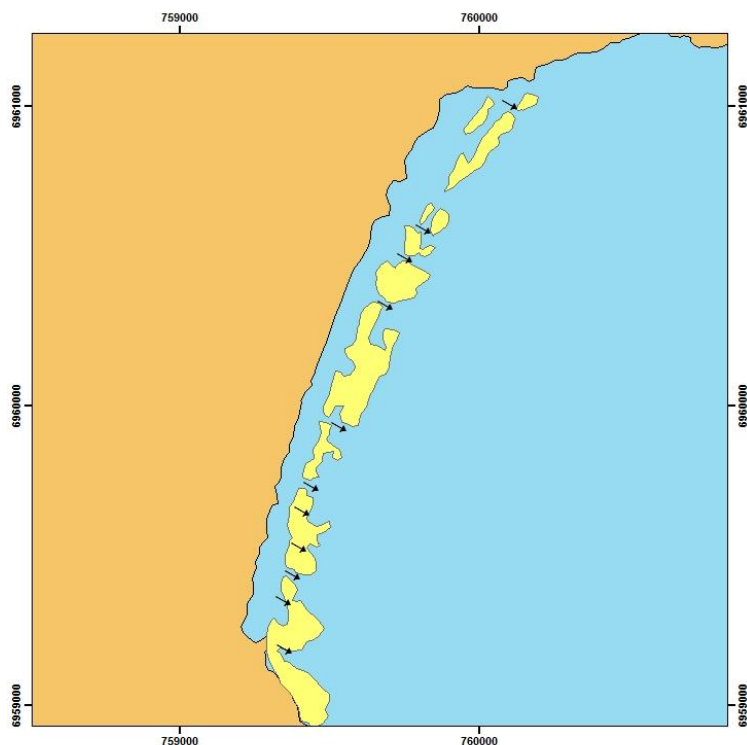
Tipo

Mar

Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Praia da Santinho 2013 Florianópolis



Legenda

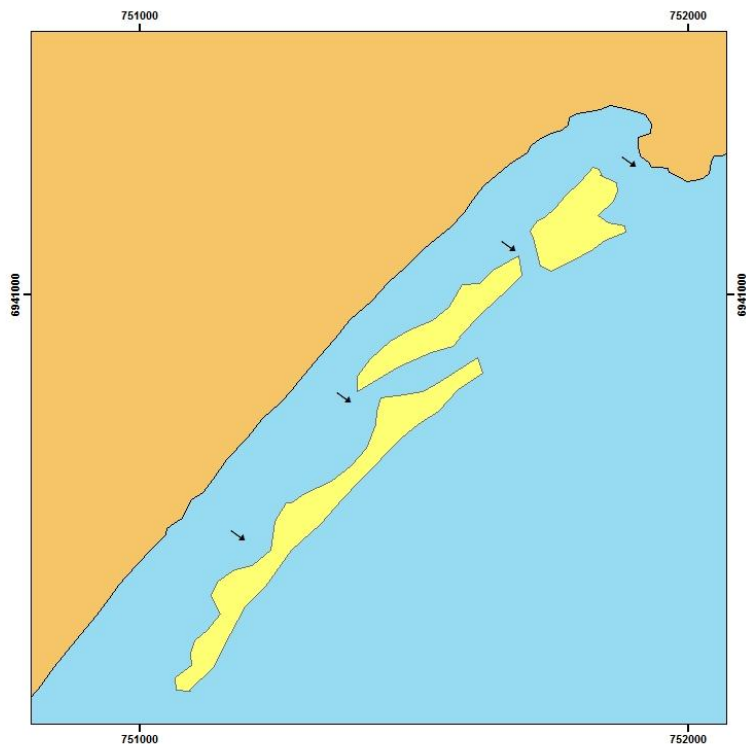
- Correntes 2013
- Bancos 2013

Tipo

- Mar
- Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Praia da Joaquina 2003 Florianópolis



Legenda

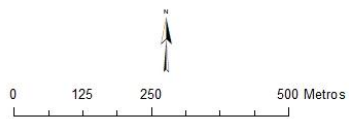
↘ Correntes 2003

■ Bancos 2003

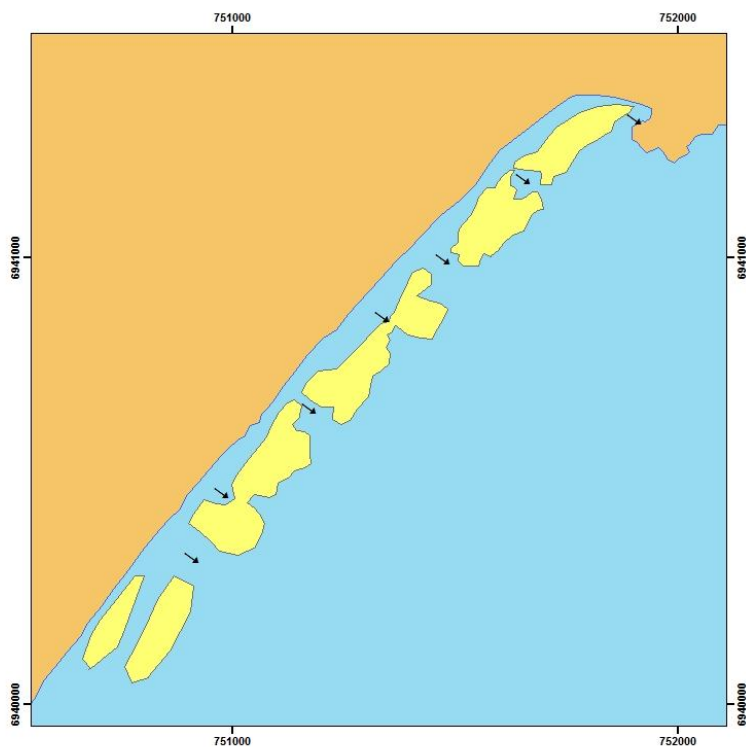
Tipo

■ Mar

■ Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Praia da Joaquina 2011 Florianópolis



Legenda

Correntes 2011

Bancos 2011

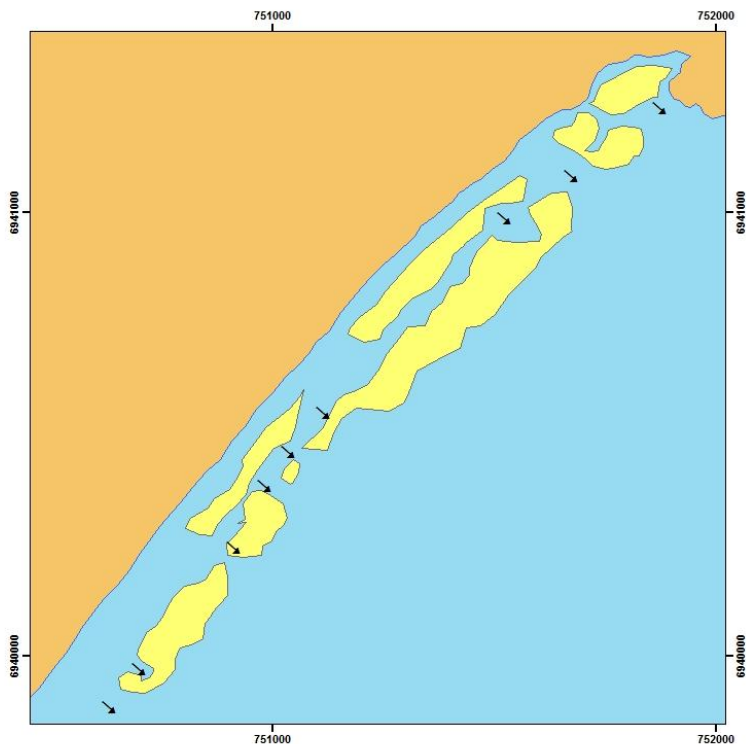
Tipo

Mar

Praia



Mapa Morfológico e Hidrodinâmico de Praia da Joaquina 2013
Florianópolis



Legenda

↘ Correntes

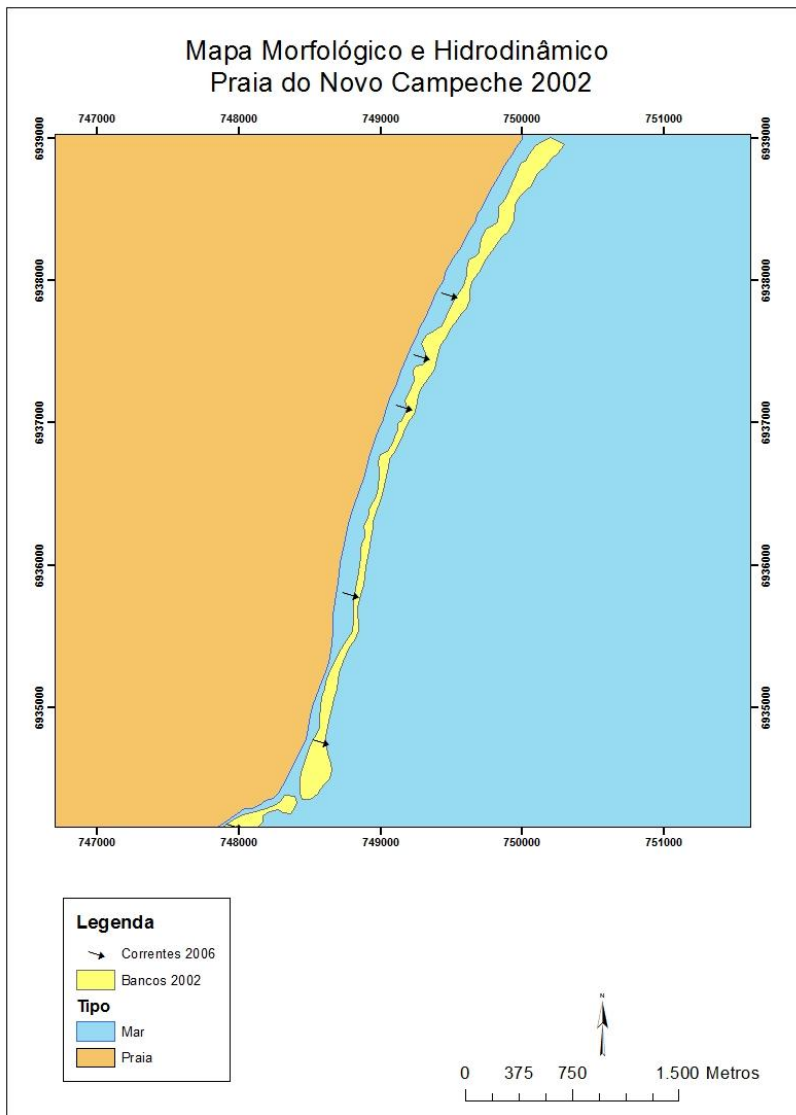
■ Bancos 2013

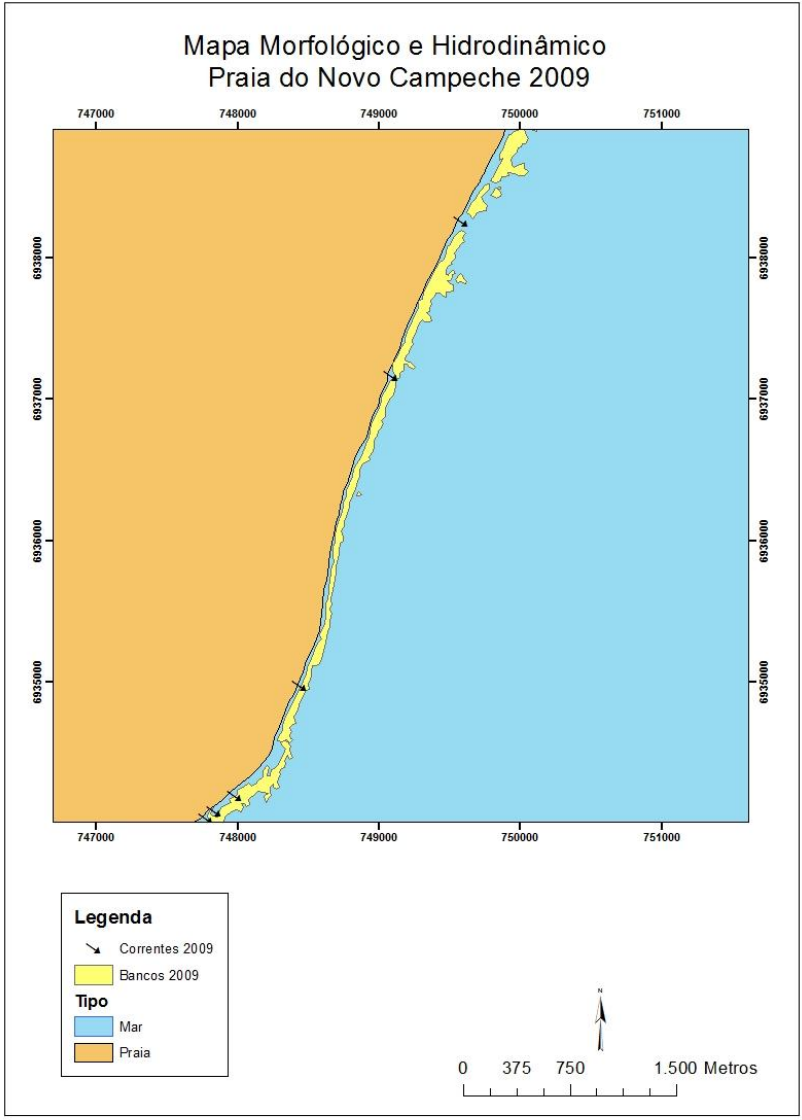
Tipo

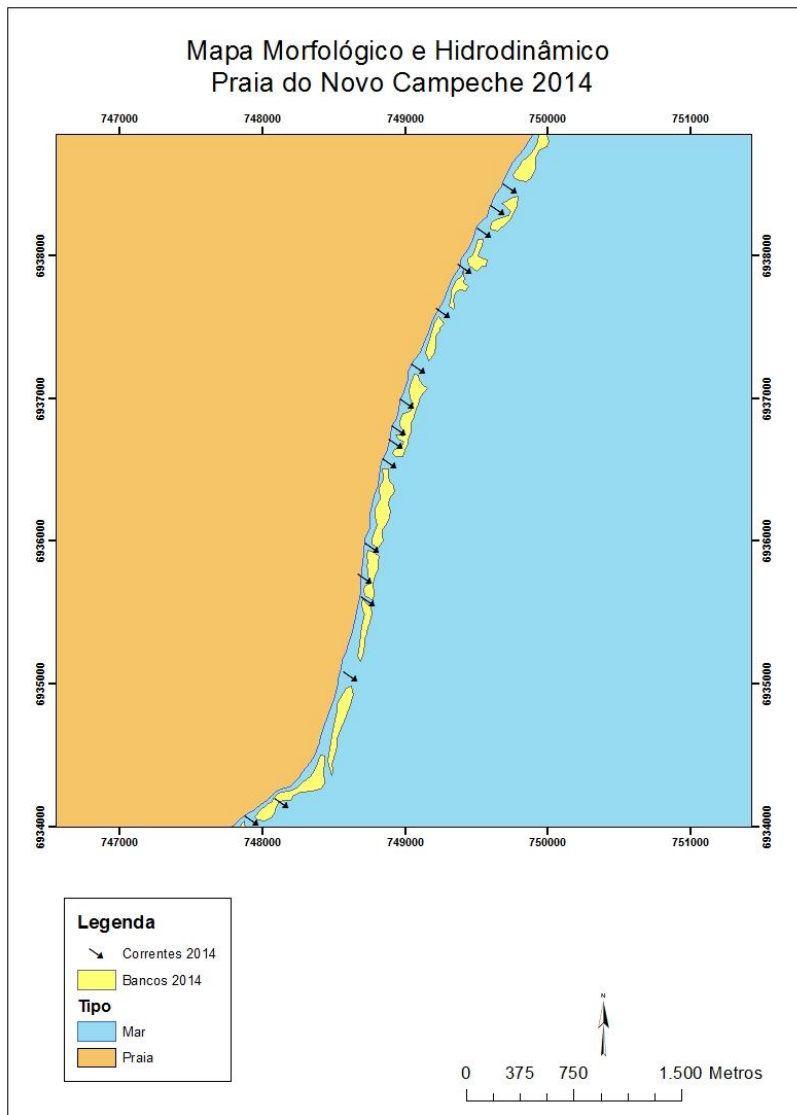
■ Mar

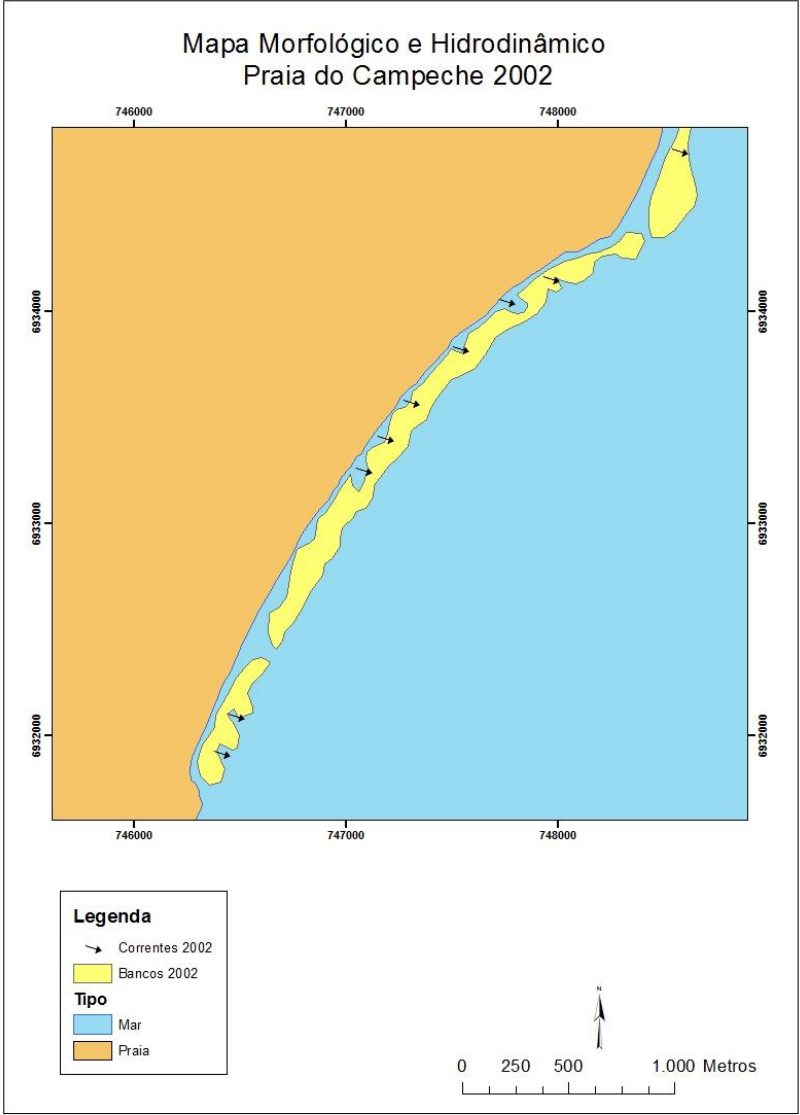
■ Praia

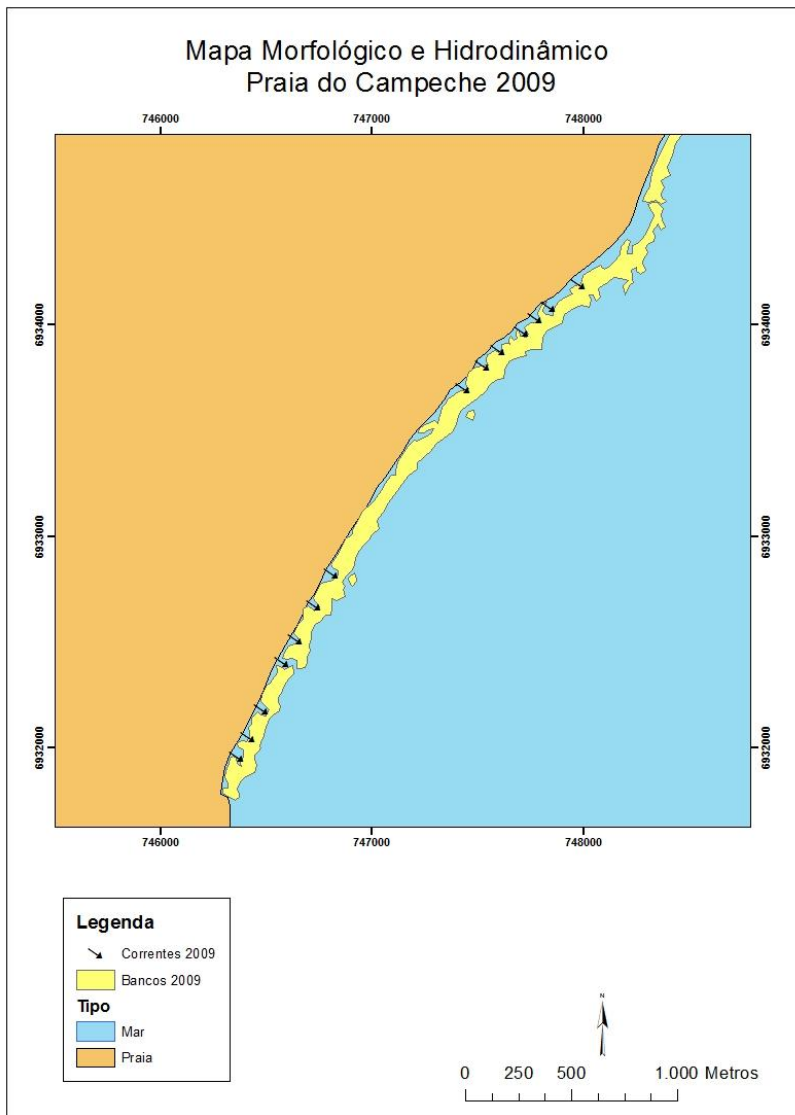


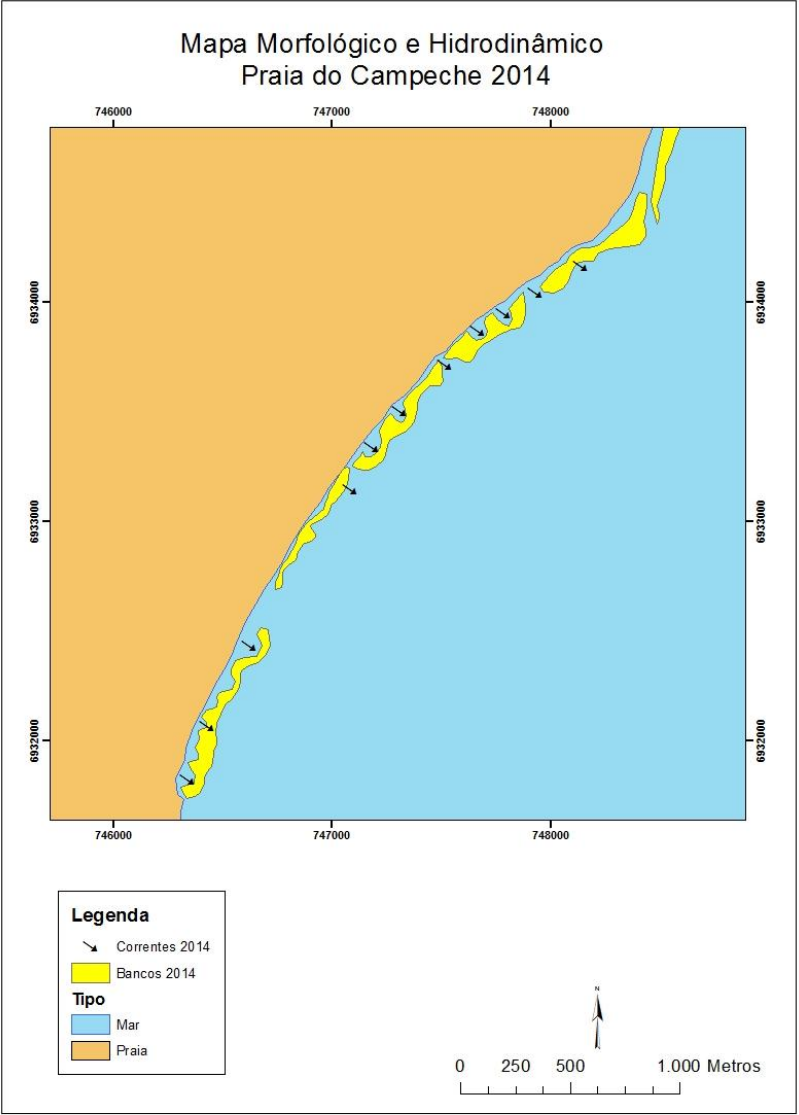




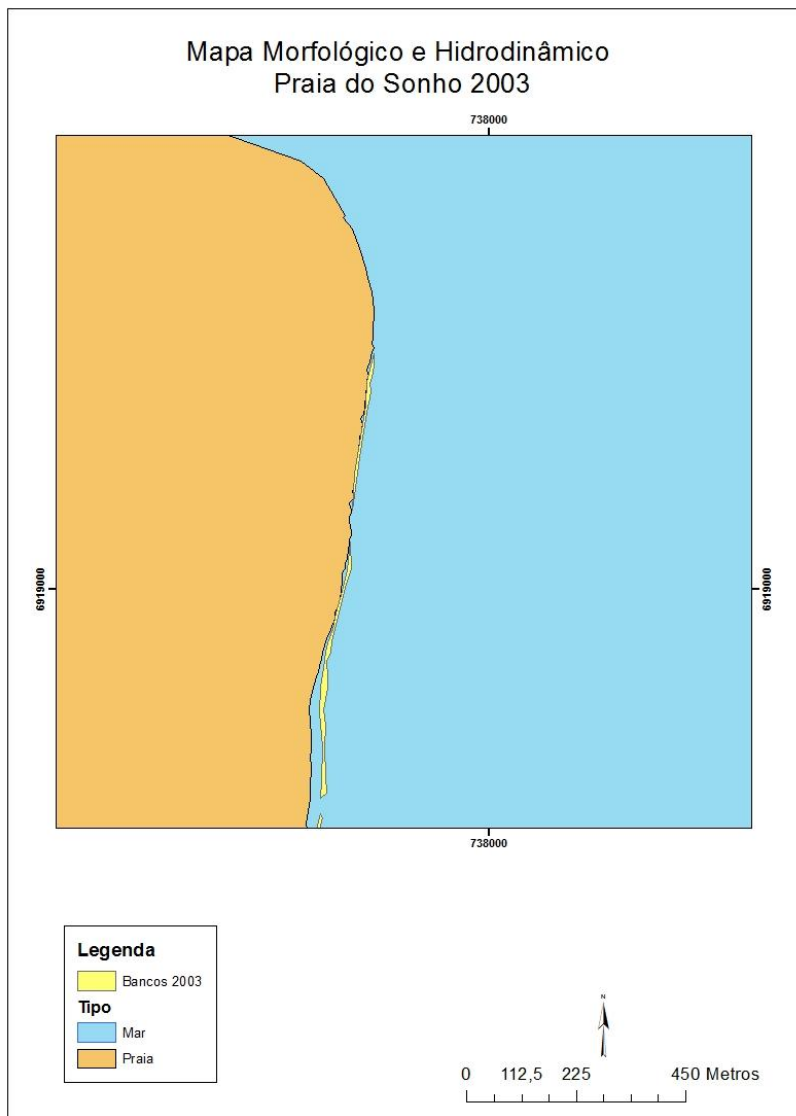




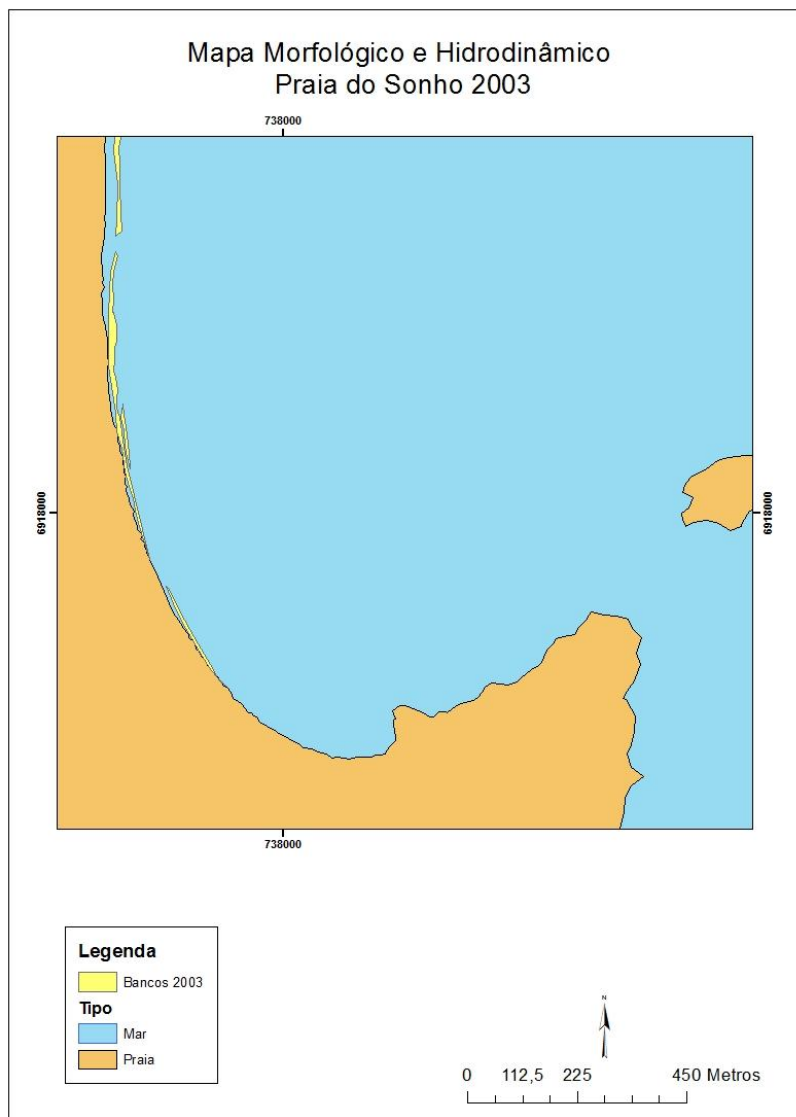




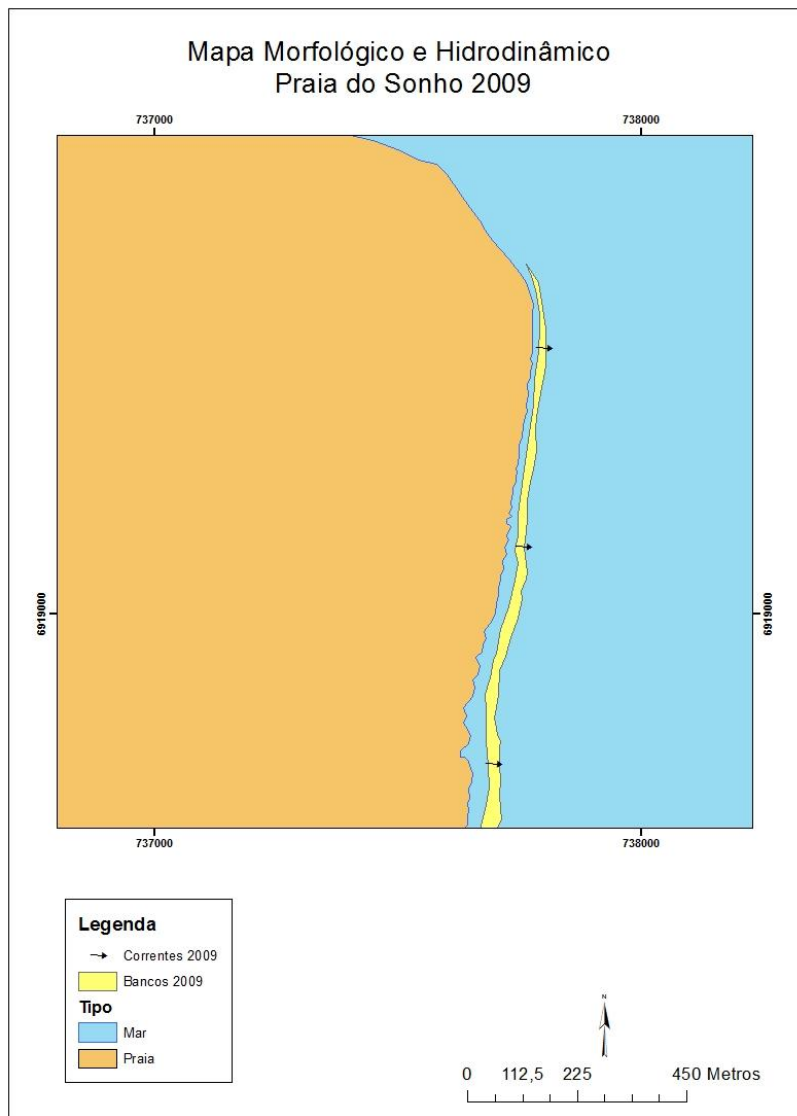
Praia do Sonho – Setor Norte



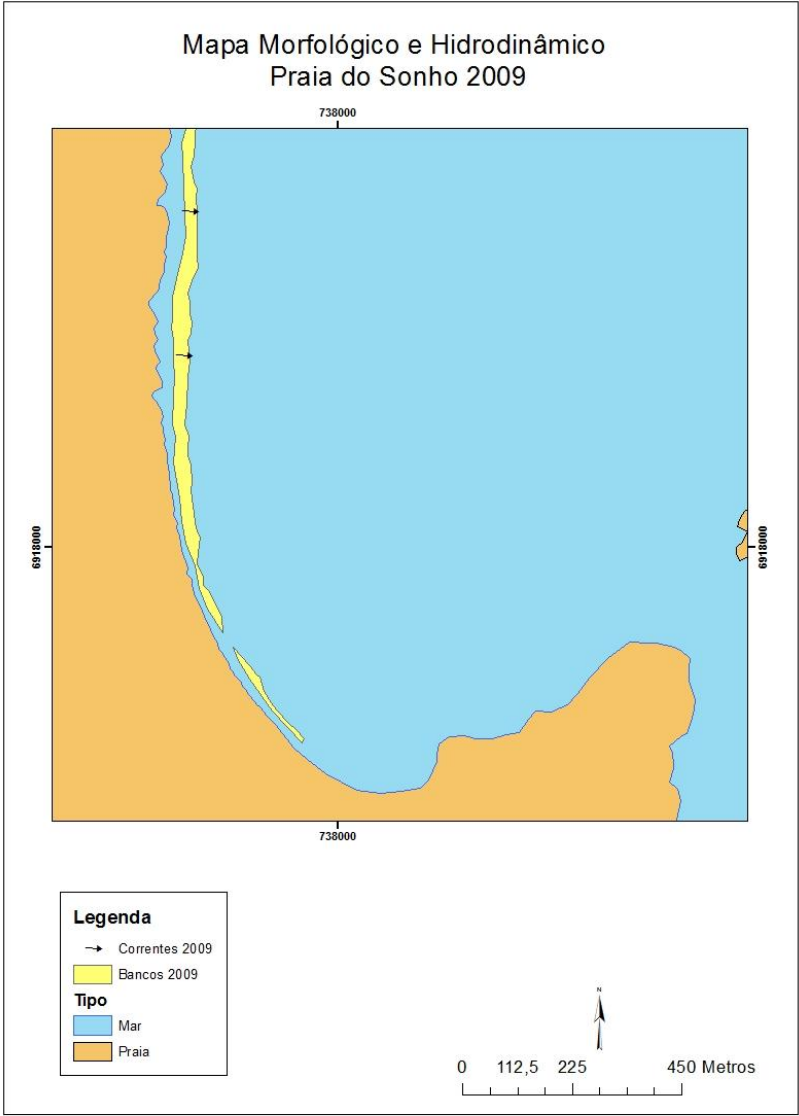
Praia do Sonho – Setor Sul



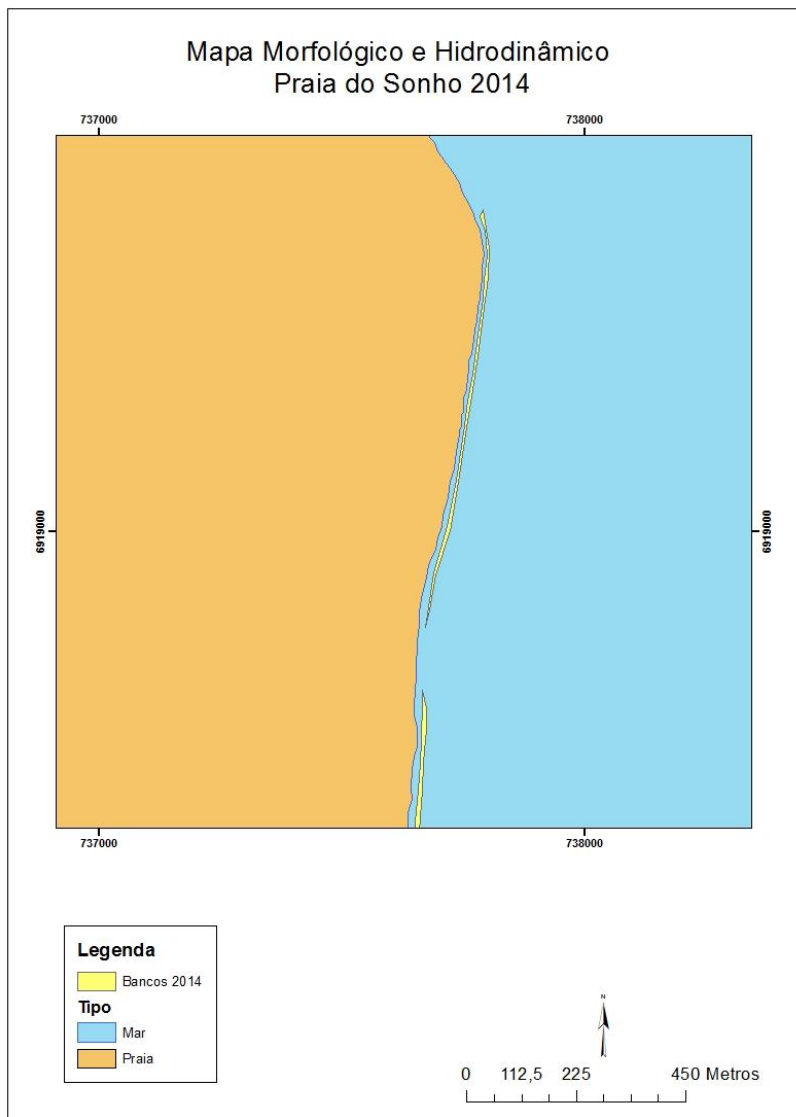
Praia do Sonho – Setor Norte



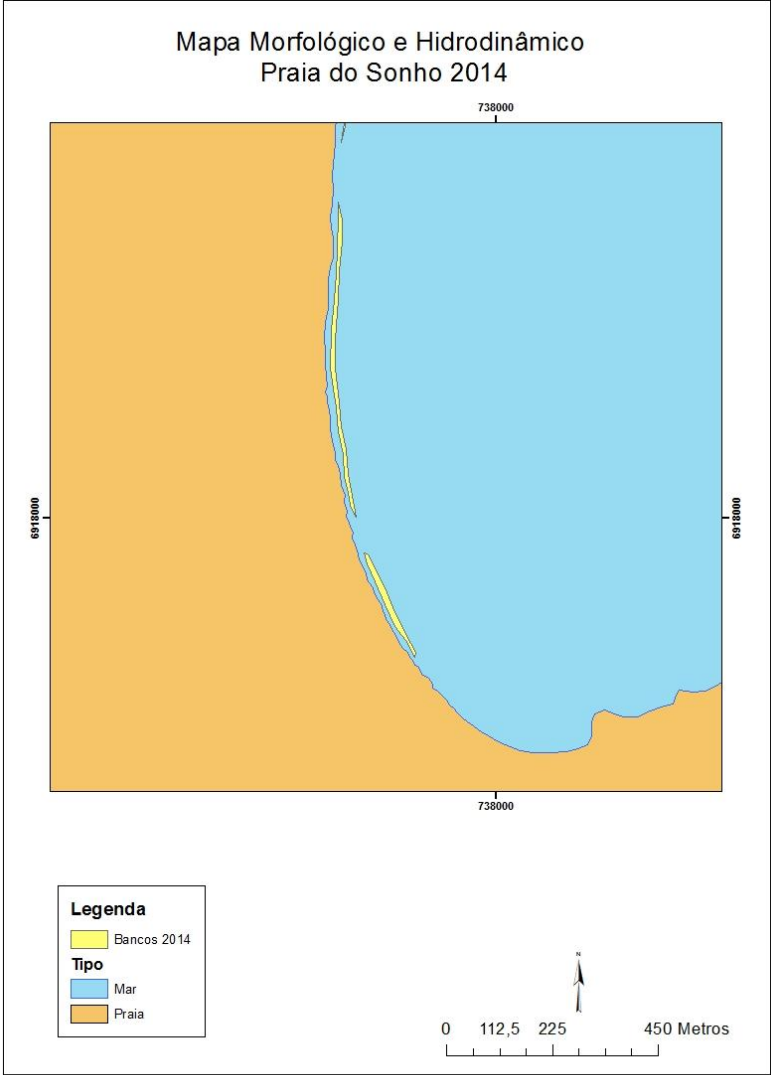
Praia do Sonho – Setor Sul

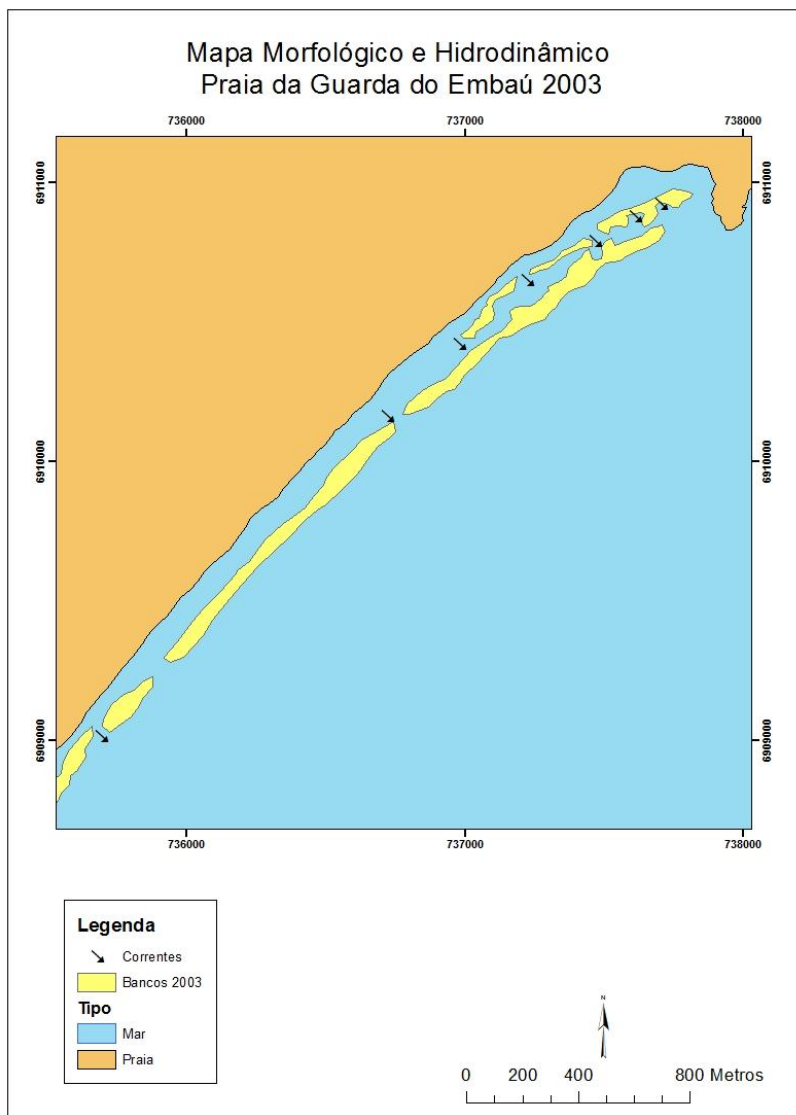


Praia do Sonho – Setor Norte

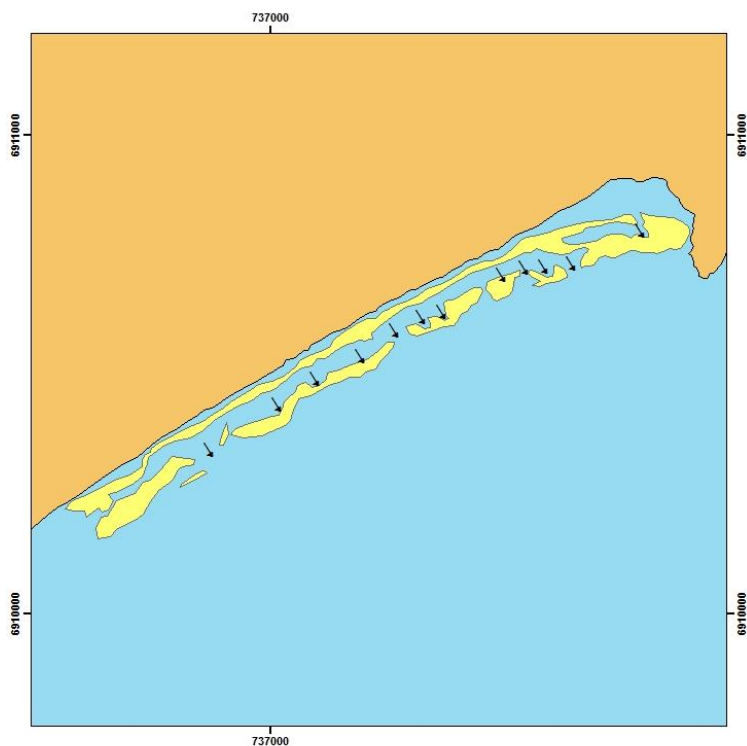


Praia do Sonho – Setor Sul





Mapa Morfológico e Hidrodinâmico Praia da Guarda do Embaú 2006



Legenda

↘ Correntes 2006

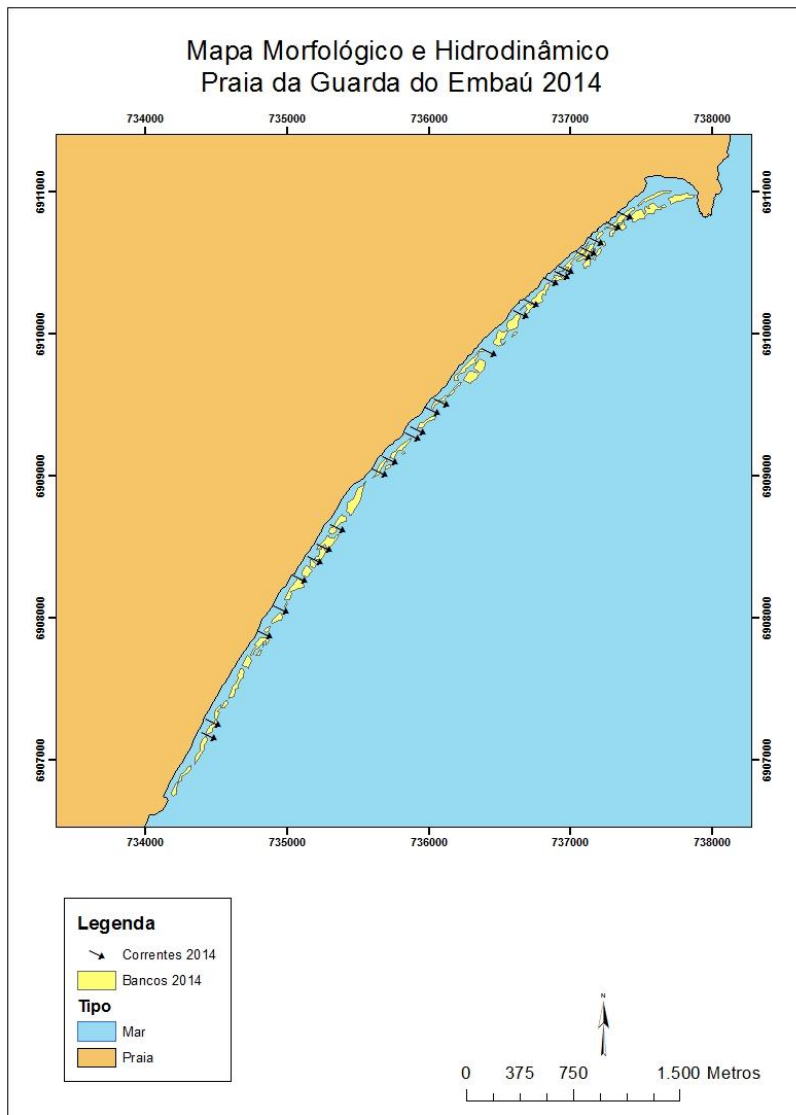
■ Bancos 2006

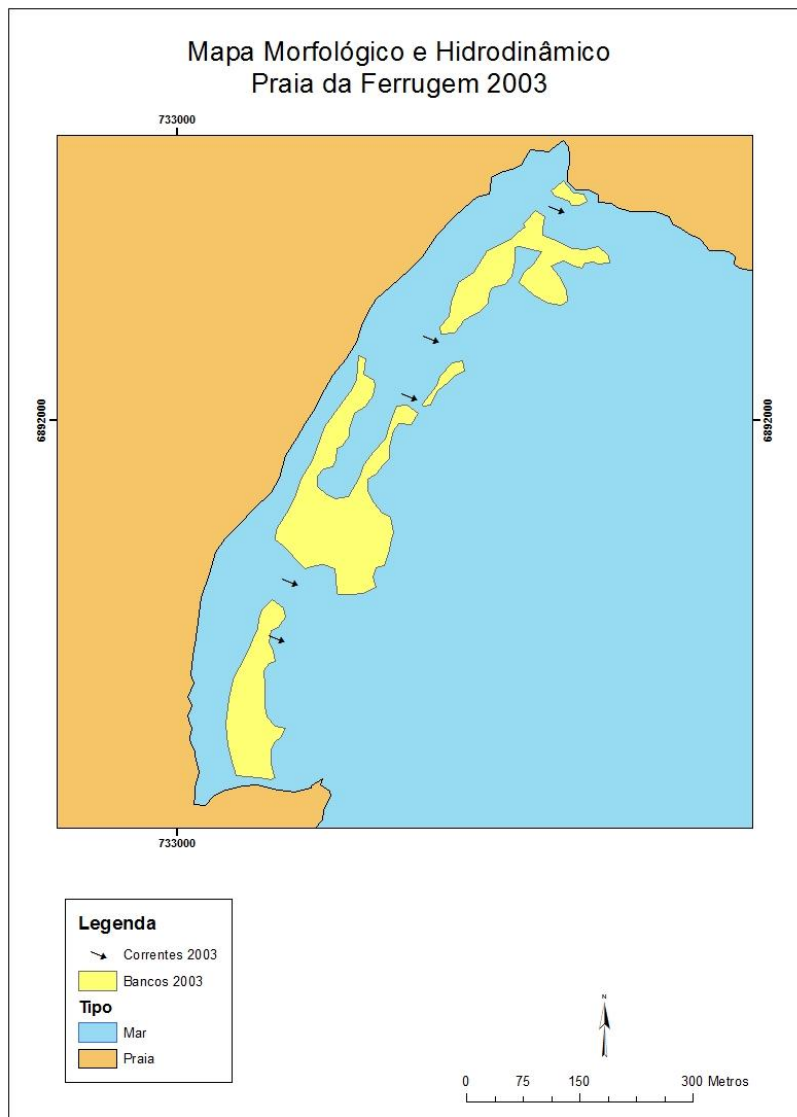
Tipo

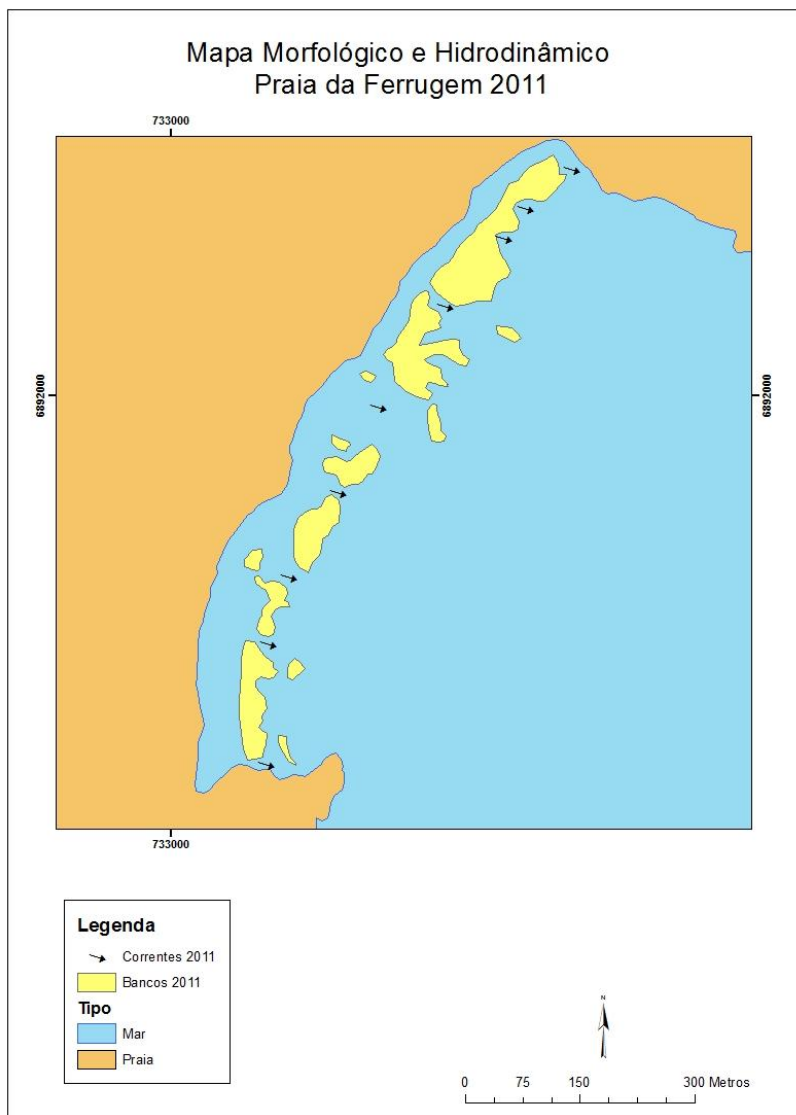
■ Mar

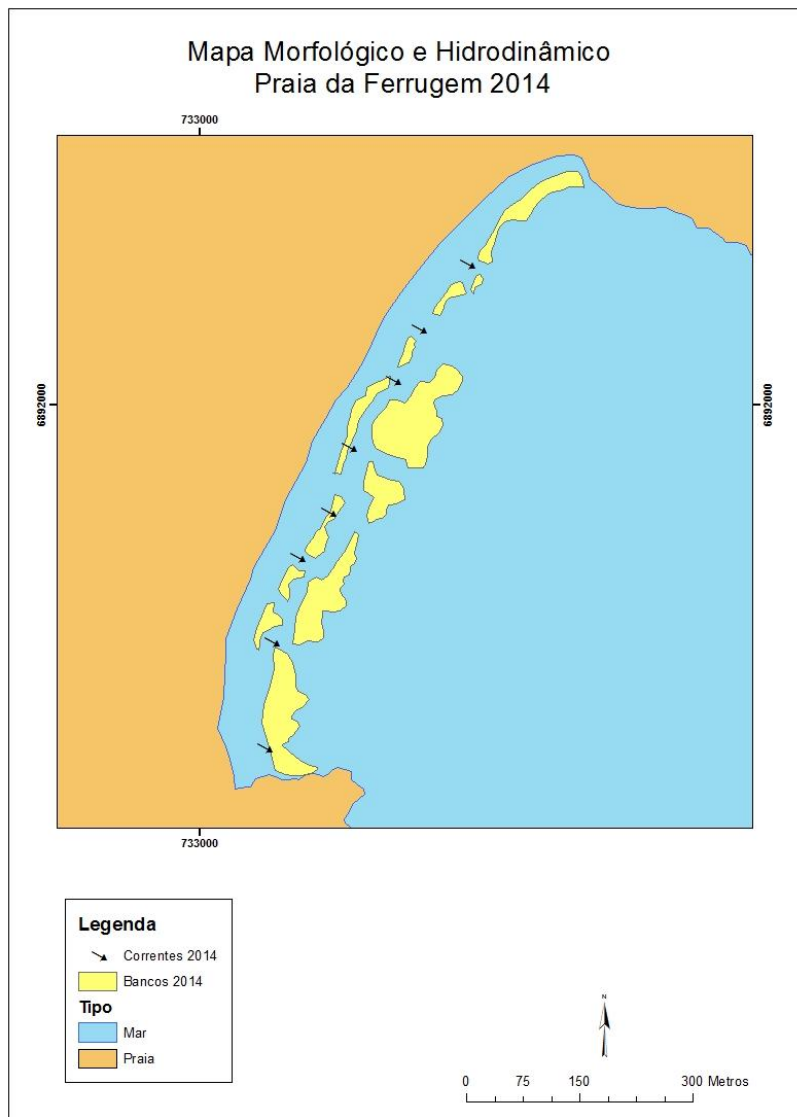
■ Praia



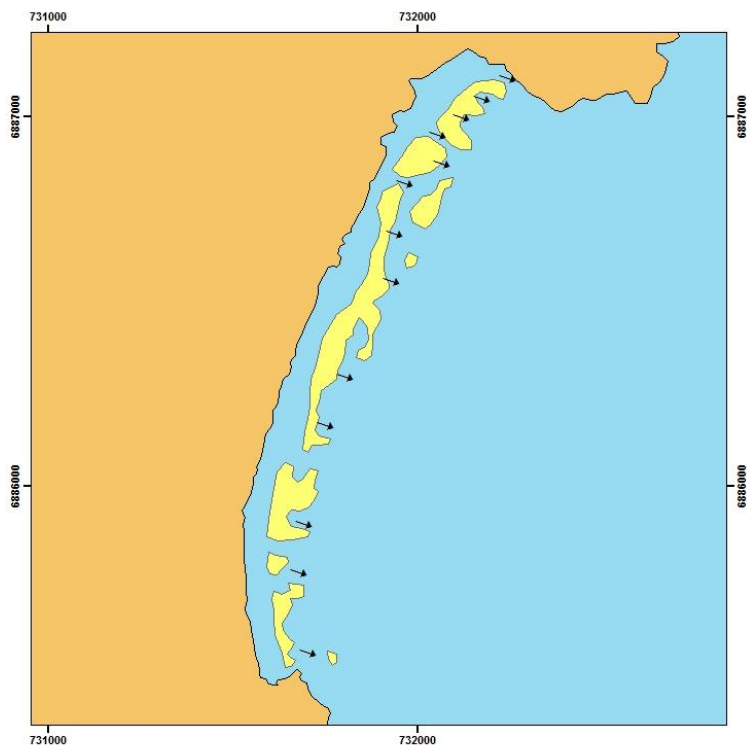








Mapa Morfológico e Hidrodinâmico Praia do Rosa 2003

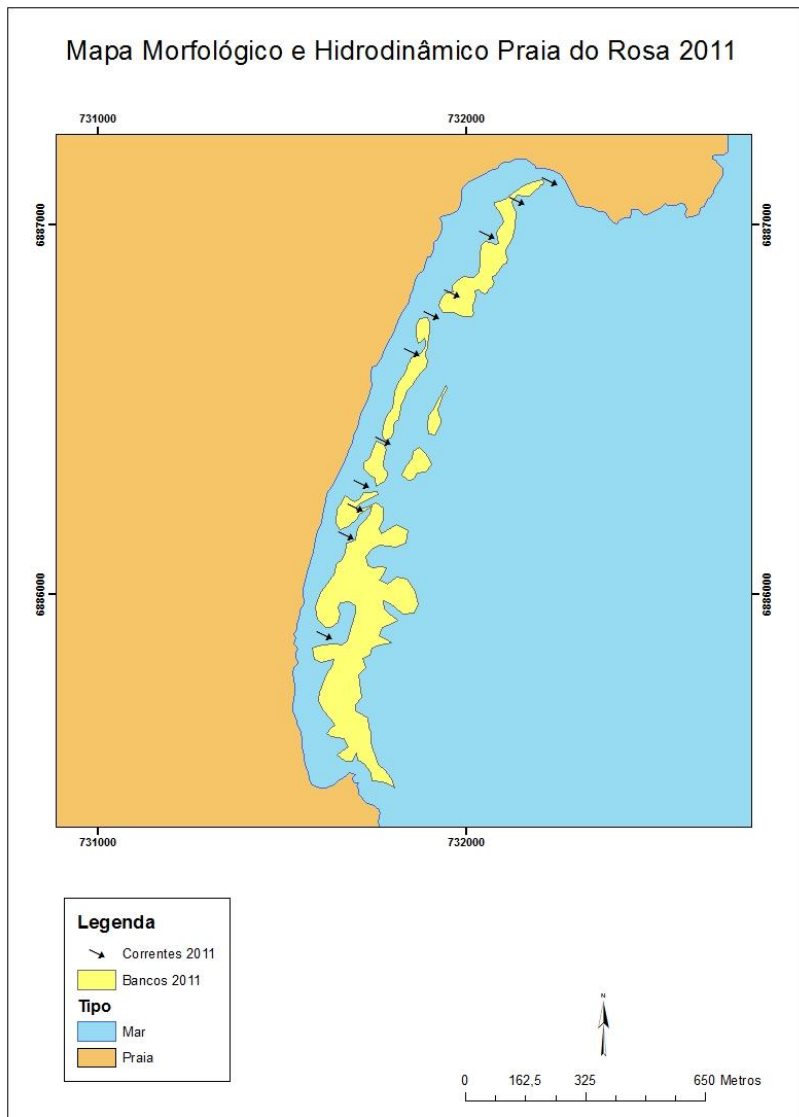
**Legenda**

- Correntes
- Bancos 2003

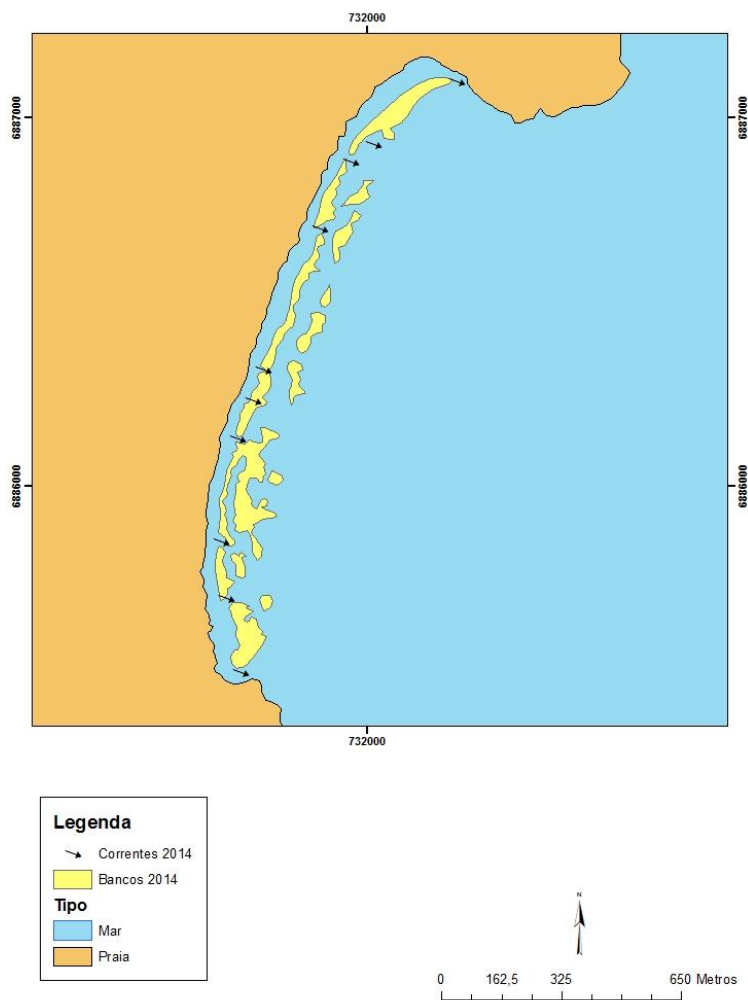
Tipo

- Mar
- Praia





Mapa Morfológico e Hidrodinâmico Praia do Rosa 2014



APÊNDICE B – Mapas de perigo